



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

MARIANA PEREIRA KOERICH

**EXPANSÃO E IMPACTOS DE OBRAS DE ENGENHARIA COSTEIRA NO  
LITORAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL**

Florianópolis

2023

MARIANA PEREIRA KOERICH

**EXPANSÃO E IMPACTOS DE OBRAS DE ENGENHARIA COSTEIRA NO  
LITORAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Mestre em Oceanografia.

**Orientador:** Prof. Dr. Pedro de Souza Pereira.

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Koerich, Mariana Pereira

Expansão e impactos de obras de engenharia costeira no litoral do Estado de Santa Catarina, Brasil / Mariana Pereira Koerich ; orientador, Pedro de Souza Pereira, 2023.  
96 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Oceanografia. 2. Sistema de Informação Geográfica. 3. Engenharia costeira. 4. Erosão costeira. 5. Impacto. I. Pereira, Pedro de Souza. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. III. Título.

MARIANA PEREIRA KOERICH

**EXPANSÃO E IMPACTOS DE OBRAS DE ENGENHARIA COSTEIRA NO  
LITORAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 06 de março de 2023, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Jarbas Bonetti Filho, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Marinez Eymael Garcia Scherer, Dra.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Flavia Moraes Lins de Barros, Dra.  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Oceanografia.



Documento assinado digitalmente  
Paulo Roberto Pagliosa Alves  
Data: 02/05/2023 09:10:28-0300  
CPF: \*\*\*.160.419-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Coordenação do Programa de Pós-Graduação



Documento assinado digitalmente  
Pedro de Souza Pereira  
Data: 02/05/2023 11:04:00-0300  
CPF: \*\*\*.759.524-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Pedro de Souza Pereira, Dr.  
Orientador

Florianópolis, 2023.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Universo pela oportunidade de realizar esse trabalho e contribuir com a Ciência.

Agradeço especialmente a todas as pessoas que serviram de pilares para o desenvolvimento da pesquisa, meu companheiro Pablo, meus familiares e amigos, especialmente a Amanda Herzmann, Eliana Costa, Gabriel Pereira, Guilherme Savas, Ligia Tebechrani, Luana Oliveira, Maiara Soares e aos demais colegas do curso que se tornaram grandes amigos no decorrer dessa caminhada da Pós-Graduação em um momento de pandemia.

Também agradeço à orientação do professor Pedro de Souza Pereira, pela paciência, dedicação e proporcionar a experiência em fazer parte do Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC), onde foram realizadas trocas de conhecimento com colegas e amigos. Agradeço à Vanessa Barbosa Machado por ceder os dados do seu trabalho que foram fundamentais para a realização dessa pesquisa. Por fim, agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa de Santa Catarina (FAPESC), à Coordenadoria de Apoio à Pesquisa de Ensino Superior (CAPES) e à estrutura pelo apoio oferecido pelo Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

“Uma vida sem desafios não  
vale a pena ser vivida.”

Sócrates

## RESUMO

A variação da linha de costa ocorre através do processo de erosão, acresção e pela modificação antrópica sobre a zona costeira. Dentre as modificações, estão o uso de estruturas de engenharia rígida e a ocupação desordenada, que podem potencializar o processo erosivo. Observando esta problemática, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo em analisar o processo evolutivo das obras de engenharia costeira no litoral do estado de Santa Catarina, os impactos relacionados à implantação das obras e o estado atual da ocupação na zona costeira e sua interferência sob a linha de costa. Para tal, foram utilizados o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e a ferramenta *Coastal Analysis via Satellite Imagery Engine* (CASSIE). Como resultado, o setor Central do litoral catarinense teve maior número de obras identificadas e apresentou elevada taxa de ocupação da orla em relação aos demais setores. Sobre a presença de impactos, se destacaram nos setores Norte, Centro-Norte e Central. Estes setores demonstraram na ferramenta CASSIE, o estado da linha de costa como erodida ou criticamente erodida nos municípios que tiveram o aumento da implantação de obras em relação ao mapeamento de 2010. De forma geral, este trabalho apresenta a importância da metodologia do mapeamento para representar a realidade local acerca da presença da erosão costeira, a partir de dados geoespaciais que poderão servir de subsídio para a tomada de decisão pública e privada sobre os ambientes costeiros.

**Palavras-chave:** Sistema de Informação Geográfica. Engenharia costeira. Erosão costeira. Impacto.

## **ABSTRACT**

The variation of the coastline occurs through the process of erosion, accretion and anthropic modification of the coastal zone. Among these modifications are the use of rigid engineering structures and the disorganized occupation, which can potentiate the erosive process. Observing this problem, this work was developed with the objective of analyzing the evolutionary process of the coastal engineering works on the coast of Santa Catarina State, the impacts related to the implementation of the works and the current state of the occupation of the coastal zone and its interference on the coastline. For this, the Geographic Information System (GIS) and the Coastal Analysis via Satellite Imagery Engine (CASSIE) tool were used. As a result, the Central sector of the Santa Catarina coast had the largest number of works identified and showed a high rate of occupation of the coastline in relation to other sectors. Regarding the presence of impacts, the North, North-Central and Central sectors stood out. These sectors showed in the CASSIE tool, the state of the coastline as eroded or critically eroded in municipalities that had increased implementation of works in relation to the mapping of 2010. In general, this work presents the importance of the mapping methodology to represent the local reality about the presence of coastal erosion, from geospatial data that can serve as a subsidy for public and private decision-making about the coastal environments.

**Keywords:** Geographic Information System. Coastal Engineering. Coastal erosion. Impact.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1 PERGUNTAS DE PESQUISA.....	10
1.2 OBJETIVOS .....	11
<b>1.2.1 Geral</b> .....	<b>11</b>
<b>1.2.2 Específicos</b> .....	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO: LITORAL DE SANTA CATARINA .....	12
2.2 EROÇÃO COSTEIRA.....	15
2.3 ENGENHARIA COSTEIRA .....	16
2.4 IMPACTO AMBIENTAL DE OBRAS COSTEIRAS.....	21
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>23</b>
3.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) APLICADAS AO AMBIENTE COSTEIRO .....	24
3.2 IMAGENS DE SATÉLITE .....	25
3.3 MAPEAMENTO DAS OBRAS COSTEIRAS E SEUS IMPACTOS.....	25
3.4 DELIMITAÇÃO DA LINHA DE COSTA E GRAU DE OCUPAÇÃO DA COSTA ..	29
3.5 ANÁLISE DA LINHA DE COSTA .....	30
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
<b>5 DISCUSSÕES</b> .....	<b>78</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>88</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>90</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de acreção e erosão sempre contribuíram para o desenvolvimento da linha de costa (RIJN, 2011). A variação da linha costa ocorre de forma constante através do espaço e tempo, sendo possível ser observada em diversas escalas e intensidades (SILVA, 2022). Segundo Boak e Turner (2005), a uma posição de 10 amostras por segundo, é possível que o intervalo a cada 10-20 anos seria o adequado para avaliar a variação das mudanças da linha de costa a longo prazo.

As variações da linha de costa estão relacionadas aos processos que atuam na região, bem como, irregularidades da linha de costa, presença de bancos de areia e disponibilidade de sedimentos no sistema praial (SOUZA, 2009). Diante disso, estruturas de engenharia foram desenvolvidas para conter as mudanças causadas pelos processos costeiros e solução de problemas (KIM, 2015; PILARCZYK, 2015).

As estruturas de engenharia costeira podem ser reconhecidas de acordo com seu tipo e função. Segundo Prasetya (2006), o uso de estruturas de engenharia rígida como opção de proteção costeira está relacionada às construções na praia e têm-se como exemplos, os muros de contenção, espigões e quebra-mares, os quais atuam no impedimento ou diminuição da erosão costeira localmente.

Segundo Klein et al. (2005), a classificação funcional adotada para as obras de engenharia costeira são: (i) obras de reflexão de ondas: consistem na proteção de estradas, moradias, passarelas, etc., contra a ação das ondas, refletindo ou dissipando a energia delas e incluem muro de contenção, enrocamento e quebra-mar; (ii) obras de retenção de sedimentos: servem para conter sedimentos no sistema praial, incluindo espigões e quebra-mares e as obras de adição de sedimentos, envolvem a alimentação/engordamento artificial da praia.

Apesar de ser um evento natural, a erosão costeira pode ser causada e/ou intensificada pela ação antrópica como, por exemplo, através da construção de estruturas fixas como barragens, portos, edificações na região costeira, dentre outros (KOERNER, 2012). Logo, as obras costeiras estão associadas diretamente às necessidades das atividades humanas, as quais possuem diferentes funções específicas e de acordo com Neves e Muehe (2008) é preciso rigor na elaboração e execução do projeto e no seu monitoramento de curto e longo prazo.

Cabe destacar sobre a funcionalidade da obra, conforme French (2001) as estruturas rígidas, na verdade, são obras para proteger, ou seja, conter a erosão no interior da praia e não nas praias adjacentes. Inclusive, essas obras fazem com que a distribuição dos sedimentos ocorra de forma desigual.

Nos dias atuais, uma linha de ação que vem crescendo, e que também deve ser considerada como opção de resposta frente à erosão costeira, é a temática construindo com a natureza. O princípio desta temática é a integração do uso de sedimentos como areia/silte e as forças/interações presentes na natureza geradas pela ação das marés, ondas, correntes, escoamento fluvial e interação da vegetação. O uso desses tipos de materiais são exemplos sustentáveis para as áreas que estão ameaçadas pelas mudanças climáticas e ambientais (WATERMAN, 2011).

Este presente trabalho tem como objetivo estudar a evolução da construção das obras de engenharia costeira no litoral do estado de Santa Catarina durante a última década. Com esse enfoque, pretende-se demonstrar a situação atual das obras e seus impactos no ambiente costeiro, bem como apresentar o estado atual da ocupação na zona costeira e sua influência na linha de costa. Além disso, busca-se investigar a resposta da linha de costa frente às construções das obras costeiras.

A sua relevância se dá ao planejamento e gerenciamento de projetos de engenharia costeira ao nível regional, uma vez que é necessário estabelecer uma metodologia para analisar o litoral catarinense. Os resultados obtidos podem ser utilizados como subsídio aos instrumentos de ordenamento territorial da região costeira, contribuindo para sua adequada gestão.

## 1.1 PERGUNTAS DE PESQUISA

- Como está a situação atual na construção das obras costeiras ao longo do litoral catarinense?
- Quais impactos sobre o ambiente costeiro que ocorreram desde 2010 até os dias atuais?
- Como está a situação da ocupação urbana no litoral de Santa Catarina?
- A construção das obras costeiras impactaram a linha de costa?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Geral

Mapear as obras de engenharia costeira e classificá-las quanto ao seu tipo no estado de Santa Catarina e demonstrar o seu processo evolutivo, avaliar sua eficiência e identificar a existência de impactos na zona costeira na última década devido às constantes mudanças ambientais que nela apresenta.

### 1.2.2 Específicos

- Mapear obras de engenharia costeira em Santa Catarina atualmente;
- Discutir a evolução da construção das obras costeiras e seus impactos na última década;
- Analisar o grau de ocupação urbana do litoral do estado de Santa Catarina;
- Identificar a influência sobre a linha de costa relacionada à implantação das obras costeiras do estado de Santa Catarina.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO: LITORAL DE SANTA CATARINA

Para a realização deste trabalho, os 29 municípios defrontes com o mar, situados no Estado de Santa Catarina foram determinados como área de estudo. Conforme o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (GERCO) (BRASIL, 2018), o litoral catarinense foi subdividido em cinco setores:

Setor 1 - Litoral Norte: compreendido entre Itapoá a Barra Velha;

Setor 2 - Litoral Centro-Norte: entre Balneário Piçarras a Porto Belo;

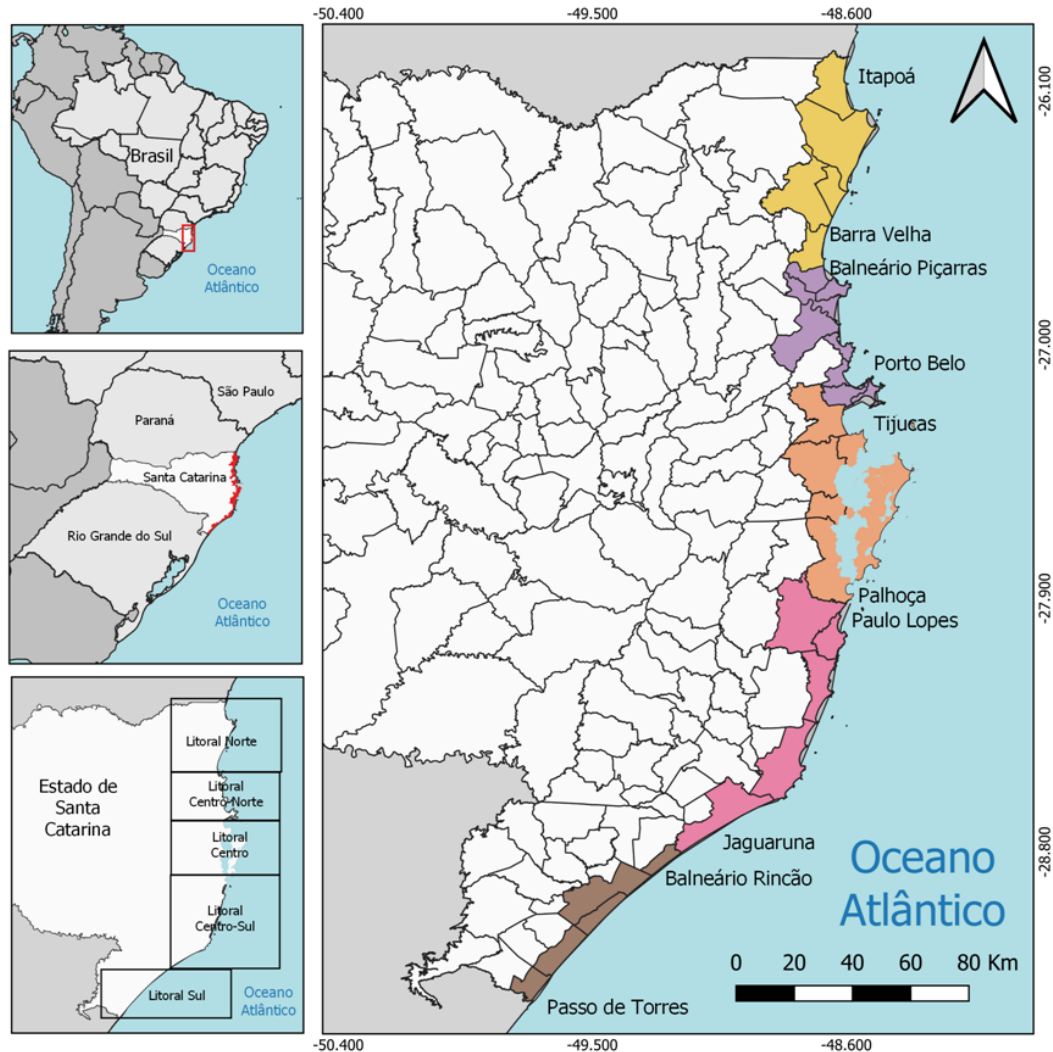
Setor 3 - Litoral Central: entre Tijucas a Palhoça;

Setor 4 - Litoral Centro-Sul: de Paulo Lopes a Jaguaruna; e

Setor V - Litoral Sul: compreendido entre Balneário Rincão a Passo de Torres.

A divisão desses setores é demonstrada na Figura 1, a qual também será utilizada para a apresentação dos resultados deste trabalho.

**Figura 1** - Localização da área de estudo dos municípios do litoral catarinense: Itapoá a Barra Velha, Balneário Piçarras a Porto Belo, Tijucas a Palhoça, Paulo Lopes a Jaguaruna e Balneário Rincão a Passo de Torres. UTM. Datum: SIRGAS 2000



**Localização da área de estudo e Setores do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina (GERCO/SC).**

Norte
  Centro-norte
  Central
  Centro-sul
  Sul

**Fonte:** Elaborado pela autora (2022).

O embasamento rochoso cristalino/sedimentar e as bacias sedimentares marginais marinhas de Santos e Pelotas são as duas principais unidades geomorfológicas que formam a região costeira do Estado de Santa Catarina (HORN FILHO et al., 2018). Horn Filho (2003) classifica a província costeira catarinense a partir de 3 setores: o Norte, o qual é formado por granitos e rochas metamórficas, como gnaisses, migmatito, granulitos e xistos; o setor Central, há a predominância

de granítico e o setor Sul, apresenta rochas sedimentares e basálticas.

O litoral do estado de Santa Catarina (SC) está sujeito às condições oceanográficas e meteorológicas transicionais e de forte mudança. Frequentemente, ocorrem na região a passagem de frentes frias e a ação de ciclones extratropicais, esses sistemas influenciam as marés meteorológicas e a incidência de ondas de tempestade, podendo provocar danos às ocupações na zona costeira, sobretudo, quando associada a marés de sizígia (SERAFIM; BONETTI, 2017).

O clima de ondas é determinado pela atuação dos ventos originados no Atlântico Sul, os quais são controlados pelo Anticiclone Tropical do Atlântico Sul (ATAS), centro de alta pressão que forma os ventos alísios e Anticiclones Polares Migratórios (APM), que são centros de alta pressão agentes da passagem de sistemas frontais (TESSLER; GOYA, 2005).

O clima do litoral catarinense segundo a classificação climática de *Köppen-Geige* é Cfa (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007), faz parte do grupo mesotérmico úmido, ou seja, não possui estação seca e apresenta chuvas bem distribuídas durante o ano e verões rigorosos (NASCIMENTO, 2002).

Santa Catarina possui uma média mensal de três a quatro frentes frias em todos os meses do ano, apresentando um número ligeiramente maior no período da primavera. Apresenta o intervalo médio entre duas passagens frontais consecutivas de oito dias, mas as frentes frias atingem mais de 50% do litoral catarinense em um intervalo entre três e oito dias (RODRIGUES; FRANCO; SUGAHARA, 2004).

No estudo de Horn Filho et al. (2018) dos 27 municípios costeiros catarinenses, em 14 foi identificada a presença de focos de erosão de diferentes magnitudes em suas praias arenosas. Os municípios identificados representam mais de 50% do litoral catarinense e já foram afetados por problemas relacionados à erosão costeira, apresentando, inclusive, intervenções sob a linha de costa. Dessa forma, torna-se perceptível a problemática da erosão no litoral catarinense.

Trabalhos relacionados às obras de engenharia costeira e ao litoral do estado de SC já foram previamente desenvolvidos. No trabalho de Machado (2010), foi realizado o mapeamento e a classificação quanto às características funcionais das obras costeiras ao longo do litoral catarinense, verificando o processo de ocupação desordenada nos últimos 30 anos. A autora fez a análise dos principais projetos por meio do método do *Coastal Engineering Manual (CEM)*, que trata sobre o processo de planejamento e desenho costeiro aplicados às obras desenvolvidas no município

de Piçarras, Araranguá e Barra Velha.

Schmidt (2015) demonstrou a análise das estratégias que foram adotadas no litoral do estado de SC para controlar os efeitos da erosão, segundo os critérios de ações do tipo proteção da linha de costa, recuperação ou adaptação aos problemas. Por fim, a análise do comportamento da linha de costa do estado de Santa Catarina, realizada pela identificação e classificação dos promontórios rochosos, foi desenvolvida por Camargo (2020).

## 2.2 EROSIÃO COSTEIRA

A erosão costeira segundo Souza et al. (2005) é um processo natural resultante do balanço sedimentar negativo, enquanto houver mais perda de sedimentos do que ganho, ela predomina. Já para Komar e Moore (1983) a erosão costeira pode ser o resultado de uma complexa interação de processos físicos relacionados às ondas, marés, tempestades e correntes costeiras que, combinadas, moldam a costa.

Por sua vez, Muehe (2005) afirma que 80% das causas da erosão costeira são atribuídas à influência do ser humano através da urbanização não planejada e causando interferência no balanço sedimentar, consequência da construção de estruturas rígidas. Portanto, para o referido autor as causas naturais realizam um papel secundário no período de curta duração.

Assim, a erosão das praias, relacionada às tentativas antrópicas para manter os edifícios e a infraestrutura à beira-mar em posições fixas, pode resultar em uma diminuição ou perda total dos ambientes costeiros (NORDSTROM, 2010).

Em virtude do processo erosivo em praias, as consequências, segundo Teixeira (2007) e Souza (2009), são a redução da faixa de areia da praia, aumento da vulnerabilidade à inundação dos ambientes costeiros; destruição de estruturas artificiais construídas pela ação humana, perda de propriedades (públicas e privadas), perda do valor imobiliário e paisagístico de regiões costeiras gerando prejuízos a economia local sobretudo, relacionadas ao turismo e lazer. Todos esses fatos podem ser sintetizados na redução dos serviços ecossistêmicos do ambiente de proteção da costa.

A região costeira apresenta muitos serviços ecossistêmicos e eles são os benefícios que o ser humano obtém através dos ecossistemas e muito desses



serviços, se referem à proteção de linha de costa. Esses serviços incluem fornecimento de alimentos e recursos hídricos, apresentando uma importante dependência desses serviços (COSTANZA et al., 1997; MARES, 2011).

### 2.3 ENGENHARIA COSTEIRA

As obras de proteção da linha de costa são definidas como intervenções estruturais com a função de interferir no balanço de transporte sólido favorecendo a estabilização ou a ampliação da linha de costa, defendendo-a contra a erosão (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

Como citado anteriormente, não são só causas naturais que condicionam a erosão costeira, mas as ações antrópicas que, principalmente ao longo do tempo, tendem a intensificar os efeitos da erosão costeira.

Segundo Komar (1998), há quatro opções de resposta frente a erosão costeira em áreas que já estão desenvolvidas e são classificadas desde ações passivas às ativas:

- 1) Não tomar nenhuma ação: não fazer nada, ou seja, deixar a natureza seguir seu o curso permitindo que a erosão continue, mas essa opção nem sempre é seguida;
- 2) Remoção ou realocação: essa solução muitas vezes é a melhor resposta e, também, melhor em relação ao custo benefício. Geralmente realocar envolve a movimentação de estruturas individuais, por exemplo, transferir uma casa para longe da praia que tem erosão ou em um penhasco que está sendo atingido pela ação das ondas;
- 3) Engordamento da praia: é uma solução leve e que não envolve estruturas rígidas. Ela pode ser usada para criar ou manter uma praia, ou construir a costa, para melhorar a resiliência da praia e proteger as propriedades costeiras frente aos ataques das ondas e inundações por tempestades.
- 4) Estruturas rígidas de estabilização: essa solução é considerada mais difícil por envolver as construções de estruturas fixas para resistir ao ataque das ondas e, também, para modificar a posição da costa. Muros de contenção, enrocamentos, espigões e quebra-mares são exemplos desse tipo de estruturas.

No que se refere à classificação das obras de defesa costeira, é possível categorizá-las de acordo com sua orientação. As obras longitudinais aderentes são: muro de contenção, e enrocamento, já as obras transversais, são os espigões (CECCARELLI, 2009). Considerando sobre essa classificação, pode-se acrescentar o molhe, plataforma, porto, quebra-mar enraizado, rampa e trapiche como obras transversais à costa. A tabela a seguir apresenta as definições de cada obra costeira:

**Tabela 1 - Definições das obras costeiras**

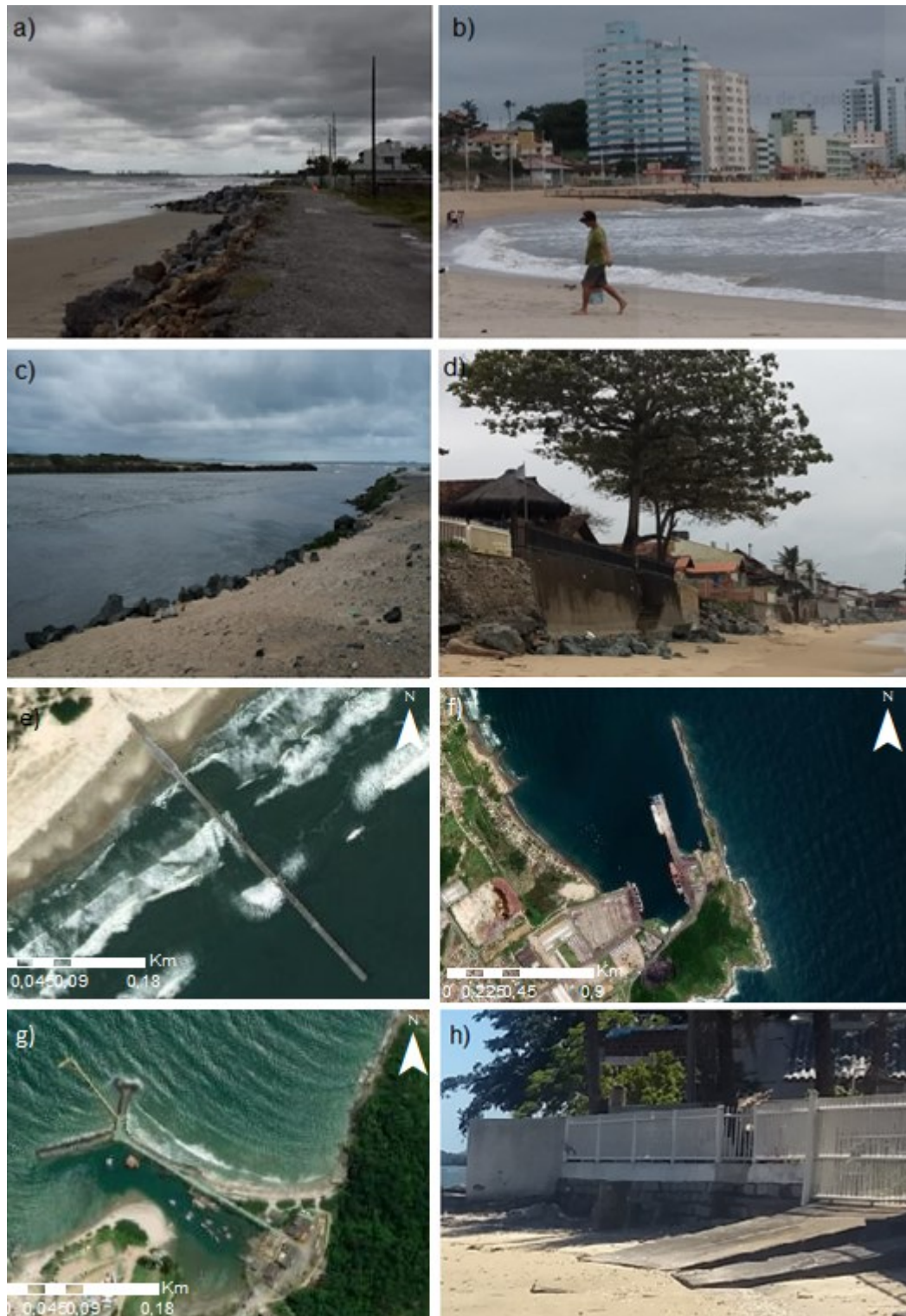
NOME DA OBRA	DEFINIÇÃO
Enrocamento	São estruturas paralelas à costa construídas com intenção em conter a erosão costeira. Podem ser feitas de pedra, asfalto ou blocos de concreto. São colocadas nas encostas de falésias, dunas ou ao longo da praia.
Espigão	Também são obras para prevenção da erosão costeira e sua construção é através de uma barreira transversal à costa, resultando em acreção à sua montante e erosão à sua jusante. Podem ser construídos de forma isolada ou em conjunto (campo ou espigões). Tem sido a obra mais comum de defesa dos litorais.
Molhe	São estruturas rígidas construídas nas margens das enseadas e foz dos rios e/ou canais de maré que impedem o assoreamento do canal. Essa obra é considerada rígida e de longa duração. Geralmente são construídos por rochas em canais de navegação, pois além de evitar o depósito de areia, fornece proteção contra ondas para as embarcações.
Muro de contenção	São estruturas rígidas de engenharia com o papel de proteger a linha de costa. Sua construção é paralela à costa, com o intuito de segurar ou impedir o deslizamento do solo, ao mesmo tempo em que protegem contra a ação das ondas. Sendo, a madeira, concreto ou estacas de aço os materiais mais comuns na sua construção.
Plataforma e trapiche	São estruturas construídas por estacas e que se estendem perpendicularmente à costa em direção ao mar. Seu uso está relacionado às embarcações ou à instalação de atividades recreativas, ou como facilitação em processos costeiros como o transporte <i>bypassing</i> . Essas estacas podem afetar a costa adjacente, principalmente se houver a aplicação de muitas estacas de grande diâmetro, onde as ondas que chegam obliquamente vão reduzir a altura de ondas. Além disso, o transporte de sedimento pode ser alterado, podendo ocorrer manchas de acreção em ambos os lados devido à modificação nas ondas.
Porto	São os portos que estão associados às obras externas e que estão sujeitas às ondas e correntes. Estas obras são utilizadas para abrigo portuário são diques, quebra-mares e espigões; e os molhes para a melhoria das condições de acesso.
Quebramar enraizado	Agem diretamente sobre a energia das ondas e na redução do transporte de sedimento longitudinal.
Rampa	São estruturas para as pequenas embarcações e necessita-se de uma superfície pavimentada inclinada a qual permite que o barco flutue

	para fora do reboque submerso. Consequentemente vão impactar no transporte de sedimento longitudinal.
--	---

**Fonte:** Elaborado pela autora, adaptado de Dean e Dalrymple (2004), Alfredini e Arasaki (2009), Kim (2015), Alexander (2016), UNEP-DHI Partnership, UNEP-DTU e CTCN (2017), Bosboom e Stive (2021).

Para este trabalho foram utilizadas e adaptadas as definições das obras de engenharia costeira, elaboradas pelos autores citados na tabela 1. A Figura 2 apresenta os exemplos das obras conforme a definição atribuída para cada uma segundo a tabela 1 e utilizada no mapeamento das mesmas.

**Figura 2** - Representação de obras de engenharia costeira segundo a definição adotada



**Fontes:** Costeira: (a) Enrocamento - Itapoá. Fonte: Autora (2021); (b) Espigão - Barra Velha. Fonte: Lígia Tebechrani (2021); (c) Molhe - Balneário Barra do Sul. Fonte: Autora (2021); (d) Muro de contenção - Barra Velha. Fonte: Autora (2021); (e) Plataforma - Balneário Rincão. Fonte: *Google Earth*; (f) Porto de Imituba. Fonte: *Google Earth*; (g) Quebra-mar enraizado - São Francisco do Sul. Fonte: *Google Earth*; e (h) Rampa. Fonte: Autora (2021).

Sobre as obras de engenharia costeiras da área de estudo desta pesquisa, no estado de Santa Catarina podem ser classificados em três grandes grupos de acordo com Machado (2010):

- 1) Obras de Proteção: incluem as obras de reflexão de ondas (através dos muros de contenção e inclinado, quebra-mares e enrocamentos); obra de retenção de sedimentos (uso de espigões, rebaixamento do lençol freático, instalação de telas e cercas, plantio de vegetação e fixação de dunas) e obra de adição de sedimentos (incluem a alimentação artificial, transferência de areia, reposição de areia e transposição de areia);
- 2) Obras de Recuperação: através de projetos de recuperação da praia por meio da criação direta ou recriação de perfis e habitats, alteração de superfícies para acomodar espécies e a recuperação de reservas sedimentares;
- 3) Obras de infraestrutura básica e lazer e turismo: as obras de infraestrutura básica envolvem dragagem, aterros de loteamento e de passagem, local de despejo, terminal portuário, guia-correntes, passarelas, emissários, oleodutos, canais de águas superficiais e as obras de lazer e turismo como marinas, trapiches, terminais pesqueiros, píeres e plataformas de pesca.

Cabe ressaltar que as obras de defesa costeira, geralmente têm em si as suas vantagens e desvantagens. O Quadro 1 a seguir apresenta a associação das obras de enrocamento e espigões:

**Quadro 1 – Vantagens e desvantagens das obras costeiras**

Obras	Prós	Contras
Enrocamentos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apresentam bom desempenho hidráulico e de dissipação de energia, principalmente em locais expostos.</li> <li>2. Custos de construção geralmente mais baratos do que outras estruturas de engenharia rígidas.</li> <li>3. Sua construção é fácil e rápida, necessita de pouca manutenção.</li> <li>4. Podem ser construídos junto</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Baixa absorção de energia e altas taxas de reflexão das ondas que podem causar desestabilização da praia.</li> <li>2. Frequentemente precisam de insumos adicionais.</li> <li>3. Visualmente são menos atraentes.</li> <li>4. Tendem a fornecer menos segurança ao uso público.</li> </ol>

	aos muros de contenção para evitar a destruição da infraestrutura.	
Espigões	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eficazes na construção de praia.</li> <li>2. Fornecem um recurso valioso de comodidade.</li> <li>3. Podem ser construídos de forma rápida e com vários tipos de materiais.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podem resultar em erosão local e acresção pelo transporte transversal, sendo menos eficaz.</li> <li>2. Necessitam do fornecimento de sedimento.</li> <li>3. Podem ter altos custos quando construídos com outros materiais.</li> <li>4. Tendem a ser menos seguros para o uso público.</li> </ol>

**Fonte:** Elaborado pela autora (2022), adaptado de East Riding of Yorkshire Council (2003).

No entanto, cabe ainda considerar sobre as decisões quanto à opção utilizada das estruturas de engenharia na zona costeira. Segundo Nordstrom (2014), medidas devem ser adotadas como complementar na proteção fornecida pela estrutura, reconstruí-la com a finalidade de aprimorar a capacidade de proteção contra riscos, retirar as partes danificadas ou que sejam permitidas a se degradarem no local.

#### 2.4 IMPACTO AMBIENTAL DE OBRAS COSTEIRAS

A erosão costeira pode ser classificada como uma categoria de impacto, sendo que a mudança de processos costeiros pode ser o motivo da sua existência. Apesar de ser considerada um processo natural, ao afetar as áreas sociais e econômicas, por exemplo, ela passa a ser um impacto ambiental (CASTELLO; KRUG, 2015).

Conforme o Art. 225 da Constituição Federal, em seu parágrafo 1º, inciso IV (BRASIL, 1988), é necessário um estudo prévio de impacto ambiental para a instalação de obras que possuem o potencial em causar uma significativa degradação ao meio ambiente. No estudo prévio de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) estão incluídos o Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (EIA/RIMA), normatizados pela Resolução nº001/1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 1986), impostos para o licenciamento de obras costeiras e portuárias. Este documento deve conter as características da construção e operação do empreendimento e apresentar o estudo do ambiente físico, biótico e socioeconômico.

Assim, nota-se que a política de planejamento e controle das obras costeiras é contraditória frente à legislação. O Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira (BRASIL, 2018), menciona haver um aumento de obras com o propósito estético, sendo que não são convencionais, não possuem justificativas e, também, não atendem às condições para a sua necessidade, ao invés de ter a finalidade de proteção.

De acordo com Farinaccio (2008), certas obras costeiras podem causar alterações na linha de costa ou interferir na dinâmica costeira, provocando impactos pontuais ou em regiões adjacentes. Essas obras vão interferir no balanço sedimentar das praias, seja pela falta ou o acúmulo de sedimentos, ou também no livre transporte de areia ao longo da linha de costa.

O impacto ambiental é resultante da interação entre o projeto proposto e o ambiente e para que ele seja identificado é necessário um conhecimento do projeto (em toda a sua esfera), das obras para a sua implantação e operação (SANCHEZ, 2006).

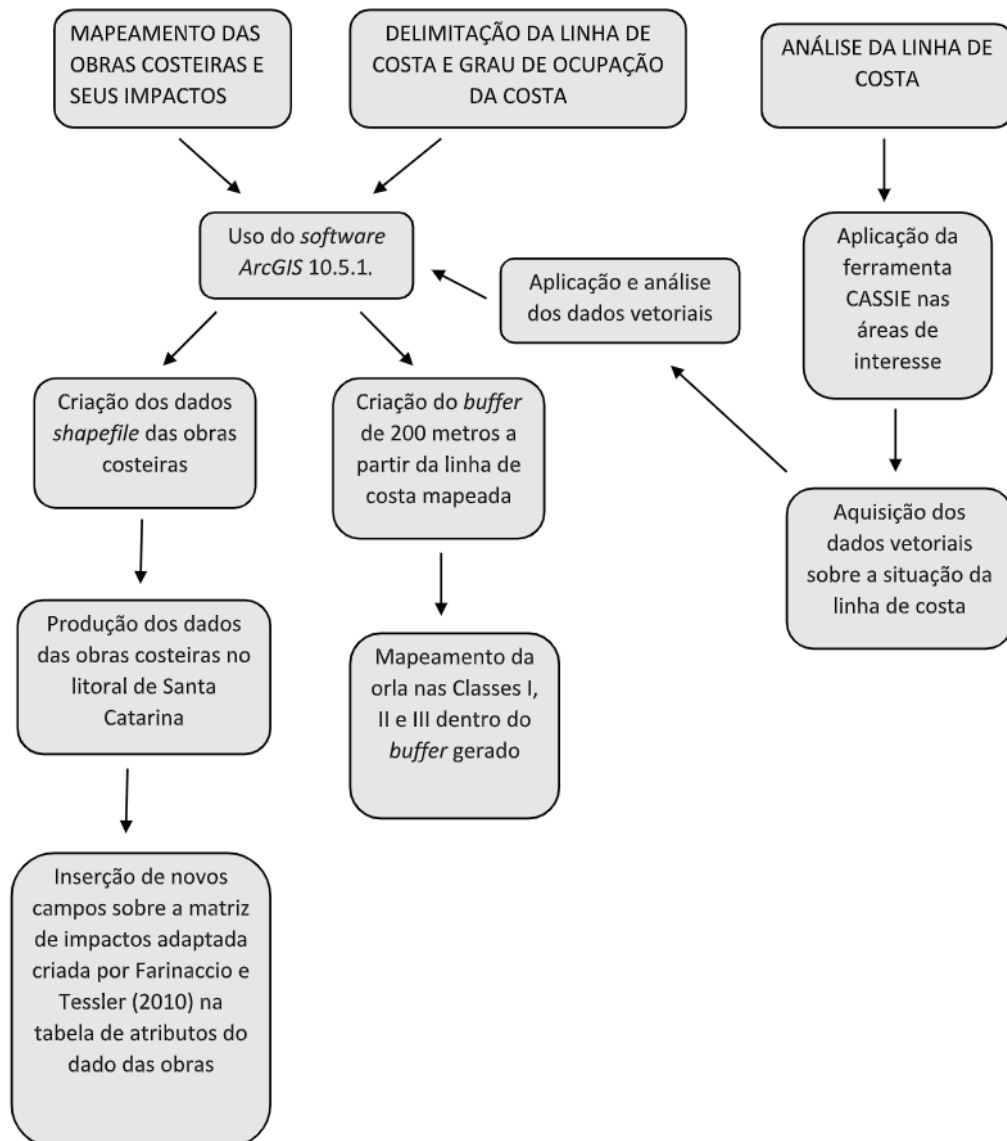
### 3 METODOLOGIA

Conforme os objetivos propostos no presente estudo, a metodologia para o alcance dos resultados foi desenvolvida em etapas. Para a execução da primeira etapa, optou-se por utilizar a imagem de satélite que considerada a sua distribuição pelo sistema de *software ArcGIS* 10.5.1 através da ferramenta *Basemap* habilitada, a qual possui resolução a partir de 0,3 m do satélite *Maxar* nas bandas espectrais na cor natural de 3 bandas (vermelho, verde, azul) ou imagem multiespectral de 4 bandas (azul, verde, vermelho e infravermelho próximo) (IMAGERY BASEMAPS, 2023; WORLD IMAGERY, 2023).

Desta forma, este mesmo *software* foi a principal ferramenta para o mapeamento das regiões que apresentam obras de engenharia costeira construídas no litoral catarinense e para a elaboração dos mapas temáticos que auxiliam nas próximas análises do trabalho. O fluxograma abaixo apresenta as etapas realizadas para a execução do trabalho:



**Figura 3 – Fluxograma das etapas de execução do trabalho**



**Fonte:** Elaborado pela autora (2022).

### 3.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) APLICADAS AO AMBIENTE COSTEIRO

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma ferramenta utilizada no geoprocessamento. O geoprocessamento consiste em um conjunto de técnicas para a coleta, processamento e análise do excesso da quantidade de dados com referência espacial, as quais não seriam tratadas se fossem empregues métodos analógicos e/ou tradicionais (MARCELINO, 2008).

Para Machado e Moura (2002), o significado de SIG vai além de automação e armazenamento de mapas em formato digital, ou seja, é um sistema que visa

principalmente ao projeto e planejamento.

Além disso, ele pode ser utilizado como uma poderosa ferramenta de armazenamento de dados para a análise de risco e também é um sistema de apoio à tomada de decisão que envolve dados referenciados espacialmente em um lugar de resposta a problemas (COSTA, 2012; COWEN, 1988).

Bonetti e Woodroffe (2017) apresentaram que ao longo dos últimos anos o uso das técnicas de análise espacial em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) vem ocorrendo constante desenvolvimento, sendo amplamente adotadas para investigações da vulnerabilidade de zonas costeiras.

Dessa forma são de extrema importância aos profissionais do geoprocessamento suprir essa necessidade, através do mapeamento de áreas antropizadas. Logo, o uso e aplicação do SIG torna-se um instrumento essencial para o monitoramento das atuais e futuras alterações que ocorrem no ambiente costeiro.

### 3.2 IMAGENS DE SATÉLITE

As imagens de satélite possibilitam observar e descobrir a superfície terrestre de maneira privilegiada. Essas imagens permitem uma visão de conjunto de extensas áreas do planeta em diferentes momentos. Por meio delas, acabam tornando-se acessíveis os ambientes mais distantes ou de difícil acesso (FLORENZANO, 2002).

A zona costeira por ser um ambiente em constante mudança, seja natural ou não, passa a ser uma região que apresenta a necessidade do uso das imagens de satélite. Ainda que Teixeira et al. (2018) salientam que elas colaboram para o estudo da evolução da linha de costa.

No presente trabalho, imagens de satélites disponíveis por meio do *software ArcGIS 10.5.1* auxiliarão na identificação das obras costeiras no estado de SC. Nesse *software*, a localização geográfica das obras será incorporada à base de dados do mapeamento.

### 3.3 MAPEAMENTO DAS OBRAS COSTEIRAS E SEUS IMPACTOS

Para a produção dos dados do mapeamento das obras, primeiramente deu-se

início ao processo de identificação das datas em que as imagens foram disponibilizadas, pela execução da ferramenta *Identify* no software *ArcGIS 10.5.1*.

Logo, foi criado o arquivo das obras mapeadas em formato *shapefile* (.shp) e teve-se a padronização e inserção das informações na tabela de atributos do mesmo arquivo *shapefile*. As informações inseridas na tabela de atributos são: a sua localização através das coordenadas x e y; o tipo da obra; a classificação funcional; o nome do município em que se encontra; o setor do litoral catarinense que faz parte; a data da imagem que foi mapeada a obra e se houve coleta de informação em campo.

O uso do SIG para a aplicação da matriz refere-se na modernização deste método por meio da criação de um banco de dados geográfico que facilite as diferentes análises acerca das obras costeiras identificadas em uma determinada região.

O mapeamento compreendeu os 29 municípios defrontes com o mar no estado de Santa Catarina e em seguida, também foi aplicada a matriz adaptada desenvolvida por Farinaccio e Tessler (2010) aos dados das obras mapeadas no *ArcGIS10.5.1*. Esta matriz contempla e descreve os tipos de obra, o padrão de interferência e os impactos para relacionar às obras identificadas. O quadro abaixo representa as informações utilizadas para a aplicação da matriz.

**Quadro 2 - Informações a serem coletadas**

TIPOS DE OBRAS	Obras de Proteção: Muros; Enrocamentos e Quebramar enraizado.	Obras de Recuperação: Espigões.	Obras de Infra-estrutura: Molhes; Porto; Plataforma; Rampa e Trapiche.	Obras de lazer e turismo: Trapiche.
PADRÃO DE INTERFERÊNCIA	<b>Padrão A:</b> interferência predominantemente em fluxos longitudinais (deriva litorânea)	<b>Padrão B:</b> interferência predominantemente em fluxos transversais (movimentos onshore - offshore)	<b>Padrão C:</b> Associação dos Grupos A e B	<b>S:</b> Sem padrão de interferência
IMPACTOS SOBRE A FAIXA DE AREIA-PRAIA	a - Redução da faixa de praia (avanço das obras sobre a faixa de praia) b - Praias mais extensas causadas pelo assoreamento/ deposição	c - Praias mais estreitas pela erosão (erosão paralela a linha de costa) d - Alteração da topografia da praia (perfil praia)	e - Instalação de processos erosivos na praia (formação de células erosivas) f - Aprisionamento de sedimentos junto a estrutura rígida de orientação impedindo seu movimento a sotamar	
IMPACTOS ASSOCIADOS	g - Deposição de areia em equipamentos públicos (praças, quiosques, etc) h - Deposição de areia em avenidas e ciclovias	i - Colapso de muros de proteção j - Escalonamento da linha de costa por sucessivas estruturas rígidas perpendiculares a linha de costa	k - Redução de áreas úteis a ocupação l - Redução de ambientes naturais	m - Alteração da paisagem

**Fonte:** Elaborado pela autora (2022), adaptado em Farinaccio e Tessler (2010).

Como da mesma forma que foi aplicada a matriz aos lugares que foram

visitados a campo, esses dados foram igualmente inseridos e adaptados às variáveis da matriz através da edição do arquivo *shapefile* das obras mapeadas. A edição efetuou-se pela adição de novos campos de informações em sua tabela de atributos.

Para a inserção das variáveis, foi preciso padronizá-las aos novos campos adicionados. A padronização da variável “Tipos de Obras” foi atribuída na tabela de atributo como “tipo\_obra” e o “Padrão de Interferência” como “padrao\_int”. Sobre a variável do grupo dos “Impactos sobre a faixa de areia - praia” foram atribuídos novos campos adicionados em: “g1\_a”; “g1\_b”; “g1\_c”; “g1\_d”; “g1\_e” e “g1\_f” e para o grupo dos “Impactos Associados” em: “g2\_g”; “g2\_h”; “g2\_i”; “g1\_a”; “g2\_j”; “g2\_k”; “g2\_l” e “g2\_m”.

Não só a padronização foi realizada no padrão de interferência, mas o referencial teórico sobre o transporte de sedimentos foi fundamental para a compreensão e interpretação nas imagens de satélite no que se refere aos tipos de padrões de interferências longitudinal e transversal.

No transporte longitudinal o movimento dos sedimentos costeiros ocorre paralelo à linha de costa, através de correntes, resultante das ondas e marés e no transporte transversal, os deslocamentos dos sedimentos dão-se em direção continente-oceano (*onshore-offshore*) ou no sentido contrário (RANIERI; EL-ROBRINI, 2016). A Figura 4 mostra um exemplo, o exemplo de obras que impactam no padrão de interferência longitudinal e transversal, as quais foram aplicadas ao mapeamento.

**Figura 4** - Incidência do transporte longitudinal em um campo de espigões no município de Imbituba e do transporte transversal em um enrocamento, localizado em Florianópolis



**Fonte:** Elaborado pela autora (2022).

Em seguida à adição desses novos campos à tabela de atributos teve o reconhecimento em cada obra mapeada na escala pré-determinada sobre sua tipologia apresentada como “proteção”, “recuperação”, “infraestrutura” e “lazer e turismo”; e o seu padrão de interferência como “A”, “B”, “C” ou “S”. E por fim, os campos relacionados aos Impactos sobre a faixa de areia – praia e aos Impactos Associados, foram identificados como “1” no campo em que contém o respectivo impacto e “0” como não contém.

Apesar do mapeamento das obras costeiras terem sido realizadas em uma escala de 1:2.000, ocorreram incertezas quanto à identificação de algumas obras e por esta razão foi necessário realizar um reconhecimento de campo. Os municípios de Itapoá, São Francisco do Sul, Barra Velha, Balneário Barra do Sul e Balneário Piçarras foram os municípios visitados no campo e as informações referentes às obras mapeadas desses municípios foram editados na tabela de atributo do arquivo *shapefile* gerado.

### 3.4 DELIMITAÇÃO DA LINHA DE COSTA E GRAU DE OCUPAÇÃO DA COSTA

Além do mapeamento das obras costeiras, foi realizada a delimitação da linha costa do litoral do estado de Santa Catarina com a mesma metodologia aplicada às obras. Para a delimitação da linha de costa foi atribuída através do indicador do limite entre a areia úmida e a seca conforme Boak e Turner (2005), sendo visualmente adequada para análise da mudança da linha de costa ao longo do tempo.

Dessa forma, foi elaborada a base de dados referentes a linha de costa do litoral catarinense no *software ArcGIS 10.5.1*, criou-se um dado shapefile da linha costa do litoral de SC, possuindo informações dos municípios, coordenadas, datas das imagens e comprimento em quilômetros (km). Com o dado da linha de costa, criou-se um *buffer* de 200 metros para Área de Planejamento Indireto (API), na direção do continente, sendo o mesmo limite total proposto para a orla marítima em áreas não urbanizadas (PROJETO ORLA, 2022).

O mapeamento no estado da ocupação do litoral foi realizado em uma escala de 1:8.000 conforme os parâmetros do volume II do Projeto Orla (PROJETO ORLA, 2002). Destaca-se que para a elaboração do mapeamento da orla, para a determinação do grau de ocupação foi atribuída através dos polígonos dentro do *buffer*, seguindo a classificação determinada e que foram posteriormente avaliados.

Nesta etapa do trabalho, o intuito foi analisar a situação atual da urbanização do litoral de SC. Os conceitos foram adaptados conforme o Projeto Orla instituído pelo Decreto 5.300/2004 (BRASIL, 2004) corresponde em classificar a zona costeira segundo os níveis de ocupação, em orlas do tipo:

**Classe I - Orla Preservada:** são áreas as quais apresentam baixíssima ocupação, onde a urbanização é representada de forma isolada e distribuída em pequenos fragmentos ao longo da costa. As paisagens têm alto estágio de originalidade e o potencial de poluição é baixo. Os trechos de orla demonstram usos cabíveis com a preservação e manutenção das características e funções naturais, apesar da conservação ser a prioridade.

**Classe II - Orla Urbana em consolidação:** apresentam baixa a média ocupação. A urbanização é representada por caráter habitacional ou turístico (histórico ou cenográfico). A ocupação da vegetação é de mais de 50% da área do

setor, mesmo sendo nativa, reflorestada ou para produção. As paisagens são parcialmente antropizadas e o potencial de poluição médio, podendo incluir orlas de interesse especial. Nesses trechos do litoral, quanto ao seu uso, devem ser estimulados a conservação da qualidade ambiental e o baixo potencial de impacto.

**Classe III - Orla Urbana Consolidada:** ocupação é apresentada de médio a alto adensamento, as paisagens são antropizadas e com diversos tipos de usos. A urbanização é formada por manchas urbanas constantes e as atividades não estão somente voltadas ao turismo. Este tipo de urbanização, envolve quase todas as capitais e grandes e médias cidades incluídas ao longo da orla do país.

A Figura 5 abaixo retrata a exemplificação do critério utilizado para o mapeamento quanto aos tipos de classificação da **Classe I (Orla Preservada)**; **Classe II (Orla Urbana em consolidação)** e em **Classe III (Orla Urbana Consolidada)**. A interpretação ocorreu por meio das imagens de satélite disponíveis no *software ArcGIS 10.5.1* na escala pré-determinada.

**Figura 5 -** Tipos de classificação da urbanização das orlas através das imagens de satélite



**Fonte:** Elaborado pela autora (2022).

### 3.5 ANÁLISE DA LINHA DE COSTA

Para a análise da variação da linha de costa empregou-se a ferramenta

C.A.S.S.I.E (*Coastal Analysis via Satellite Imagery Engine*). A ferramenta CASSIE está baseada em uma plataforma web que emprega a API (*Application Programming Interface*) da plataforma *Google Earth Engine* (GEE) utilizada na obtenção e processamento de imagens multiespectrais de satélite. Além disso, a plataforma oferece um conjunto de finalidades para o mapeamento e análise de ambientes costeiros, como, por exemplo, o mapeamento e análise da evolução da linha de costa (CONCATTO et al., 2018).

Em virtude das suas funcionalidades, foi empregue este recurso neste trabalho. Foram determinadas as regiões em que as obras costeiras sofreram ampliação na quantidade da sua construção na última década e, possivelmente, interferiram na posição linha de costa. O levantamento considerou as regiões que possuem obras como os enrocamentos e espigões, que interferem na linha de costa e para a identificação da ampliação das mesmas, foi utilizado como base o mapeamento realizado por Machado no ano de 2010, ou seja, um período de 11 anos.

As imagens selecionadas são do satélite Sentinel-2 para o período de 2016 a 2022 devido à qualidade da resolução do satélite e pela disponibilidade de imagens para analisar. Este satélite é fornecido pela Agência Espacial Europeia (ESA) e apresenta característica da resolução espacial de 10 metros, seu possui o período de atividade desde 2013 até o momento atual, e apresenta um ciclo de captura a cada cinco dias.

As imagens selecionadas foram as que apresentaram no máximo 50% de cobertura de nuvens. Para determinação das taxas de variação da linha de costa, aplicou-se um espaçamento de 100 m entre os transectos, com uma extensão de 800 m e o valor zero do limiar para realizar a limiarização da imagem. A limiarização da imagem envolve a definição de um valor de limiar para distinguir entre o considerado água e o que é considerado continente na imagem. Esse valor de limiar separa os píxeis da imagem que representam a água dos píxeis que representam o continente, permitindo uma segmentação clara e distinta entre essas duas regiões na imagem.

Segundo o levantamento das áreas de interesse para aplicação do CASSIE, foram selecionados pequenos trechos em que apresentam o aumento da construção das obras nos municípios de: Itapoá, São Francisco do Sul e Barra Velha do setor litoral Norte; municípios de Balneário Piçarras, Navegantes e Itapema do setor litoral



Centro-Norte; os municípios de Biguaçu, Florianópolis; Palhoça do setor litoral Central e o município de Imbituba, do setor litoral Centro-Sul.

A extração automática da linha de costa das imagens selecionadas ocorre antes com a digitalização manual da linha de base (*baseline*) na área de estudo definida. Em seguida, a ferramenta realiza o cálculo em que a linha de costa é identificada e serve para a saída das taxas da variação da linha de costa. Após a detecção das linhas de costa, análises estatísticas para cada transecto foram apresentadas, seguindo os métodos estatísticos da ferramenta *Digital Shoreline Analysis System* – DSAS, que calcula a variação temporal da linha de costa pelos dados vetoriais (ALMEIDA et al., 2021; THIELER et al., 2009).

A interpretação dos resultados dos transecto consistiram nos métodos do *End Point Rate* (EPR) e *Linear Regression Rate* (LRR). O EPR calcula a taxa de alteração da linha de costa durante o período analisado, entre a linha de costa mais antiga e a mais recente e o LRR, calcula a variação da linha de costa através da estatística da regressão linear em função do espaço sobre o tempo (THIELER et al., 2009).

Almeida et al. (2021) ainda mencionam que os resultados do LRR são classificados de acordo com Esteves e Finkl (1998), que demonstram que a linha de costa está em estado de acreção quando apresenta taxa maior que 0,5m/ano; em estado estável com taxas desde -0,5m/ano a 0,5m/ano; em erosão apresenta alteração entre -1 a -0,5m/ano e em erosão crítica, quando as taxas estão maiores que -1m/ano.

A partir dessas áreas pré-definidas e como resultado, foram apresentados se nos trechos em que as obras foram ampliadas, a tendência geral da linha de costa: estável, acrescida, erodida ou criticamente erodida.

## 4 RESULTADOS

Segundo o mapeamento realizado, no ano de 2021 registrou-se um total de 607 de obras de engenharia costeira identificadas ao longo dos 25 municípios do litoral catarinense. Os quatro municípios faltantes: Tijucas, Paulo Lopes, Araranguá e Balneário Gaivota dos 29 considerados na pesquisa, não apresentaram a existência de obras de engenharia costeira e conseqüentemente seus impactos costeiros.

As obras do tipo proteção (muros, enrocamentos e quebra-mares enraizados) foram as que mais se destacaram, apresentando um total de 301 obras identificadas. Os enrocamentos foram as obras de proteção encontradas em maior quantidade, com 295 obras identificadas. Sobre a classificação funcional, as obras de infraestrutura foram as que tiveram maior número, com 464 obras presentes.

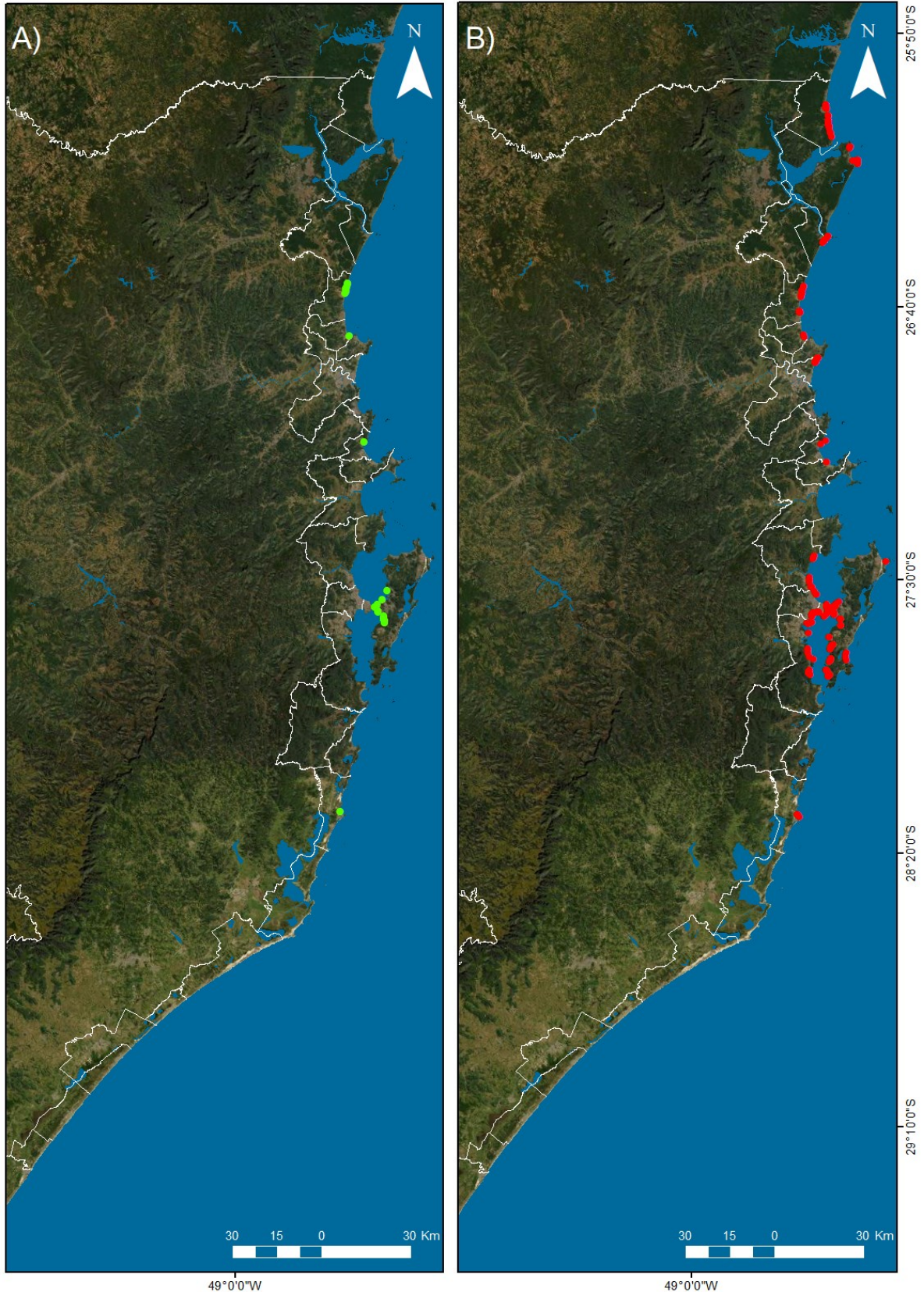
Em relação à setorização do litoral do estado de Santa Catarina, o setor Central do litoral catarinense teve seu destaque, com 353 obras mapeadas. Quanto ao tipo de obra, o setor Norte possui a maioria de obras do tipo de proteção, prevalecendo a classificação funcional, no setor Central.

Se tratando dos municípios, Florianópolis apresentou o maior número de obras mapeadas com 215 obras identificadas, sendo em sua ampla maioria consideradas obras de infraestrutura. Seguindo, o município de Itapoá foi o segundo município que teve maior quantidade de obras de enrocamentos identificadas, sendo estas do tipo de proteção.

Em relação padrão de interferência, o padrão do tipo B, o qual caracteriza a predominância de interferência em fluxos de sedimentos transversais, foi o mais identificado no mapeamento e também ao longo do setor Norte. O padrão de interferência S, que representa interferência sem padrão, apresentou o maior número de ocorrência no município de Florianópolis.

Após o mapeamento do estado atual das obras, foi possível constatar ao comparar com os dados obtidos pelo mapeamento de Machado (2010) e os dados da presente análise para o ano de 2021, que o aumento das obras construídas se concentraram no setor Central do litoral catarinense (Figura 6).

**Figura 6** - Mapa da ocorrência das obras de enrocamento e espigão para o ano de 2010 (figura A com simbologia em verde) e do ano de 2021 (figura B com simbologia em vermelho) ao longo do litoral catarinense

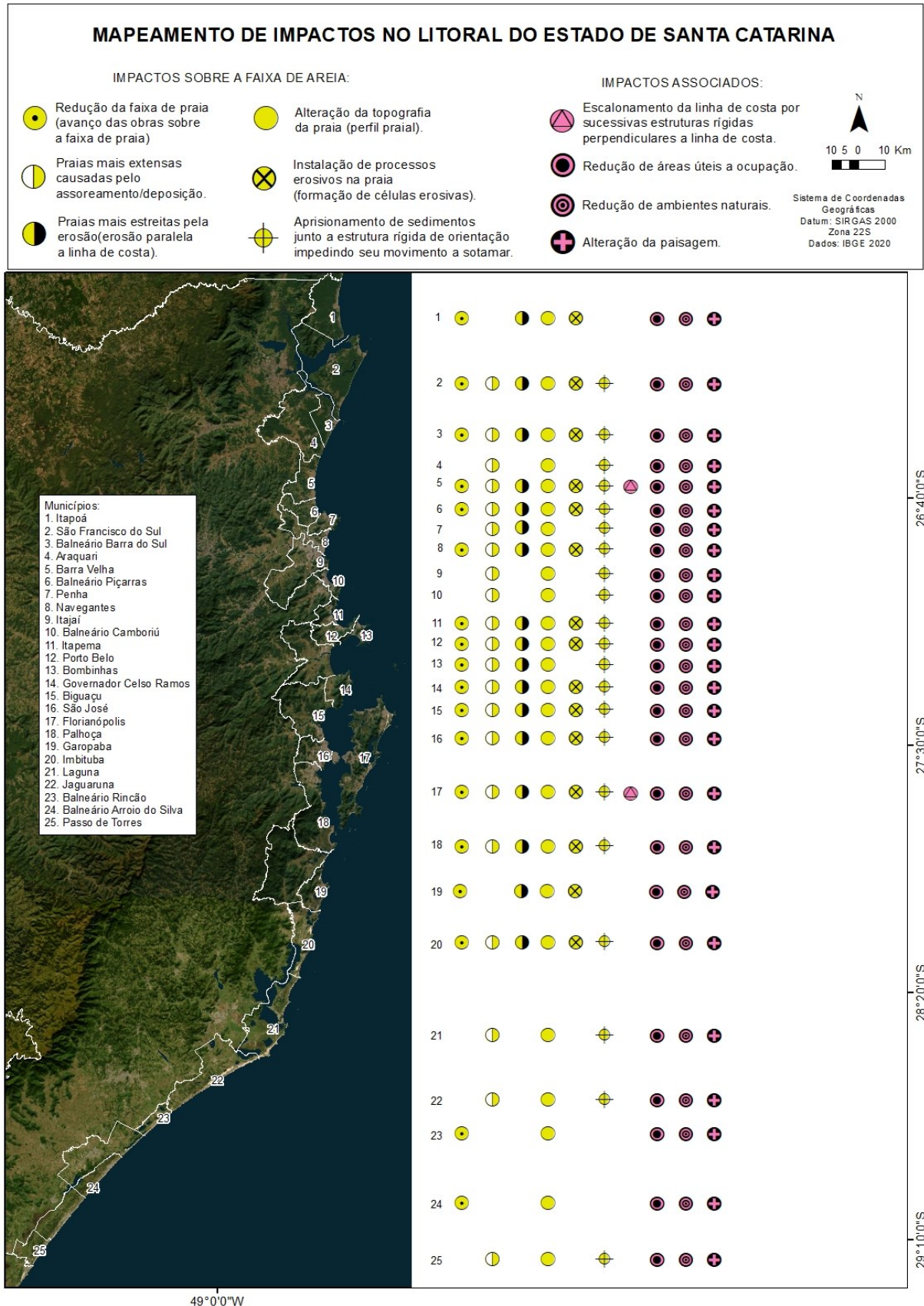


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Além dos dados do mapeamento, teve-se o resultado da elaboração e extração do dado da linha de costa arenosa do estado de Santa Catarina, apresentando uma extensão estimada total da linha de costa em 561,4 km. Também pode-se calcular a extensão da presença dos enrocamentos ao longo da linha de costa em 24,1 km (4,29%), sendo o restante do litoral 537,3 km (95,71%), com característica natural, ou seja, sem a presença de obras, sobretudo enrocamentos.

Com a base de dados inseridos na plataforma SIG utilizada, procedeu à elaboração do mapa temático demonstrando os municípios onde foram identificadas as obras de engenharia costeira e a representação dos impactos quantificados baseados na matriz apresentada do Quadro 2 (Figura 7).

**Figura 7 - Mapeamento dos impactos de obras costeiras no litoral do estado de Santa Catarina**



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os impactos estão divididos em dois grupos, o grupo dos impactos sobre a faixa de areia e o grupo dos impactos associados. No primeiro grupo, os impactos que predominaram no litoral catarinense foram: a redução da faixa de praia; praias mais estreitas pela erosão e; alteração da topografia da praia. No segundo grupo, os impactos associados que se sobressaíram são a redução de áreas úteis à ocupação; redução de ambientes naturais e alteração da paisagem, atingindo praticamente toda a zona costeira do estado. Quanto à setorização do litoral, no mapa desenvolvido, nota-se que os impactos identificados na maioria estão situados nos setores Norte, Centro-Norte e Central (Figura 7).

A maioria dos municípios que fazem parte do setor do litoral Norte catarinense, apresentaram grande parte dos impactos: alteração da topografia da praia; redução das áreas úteis à ocupação; redução de ambientes naturais e alteração da paisagem. No setor Centro-Norte, apresentaram os impactos: praias mais extensas causadas pelo assoreamento/deposição; alteração da topografia da praia; aprisionamento de sedimentos junto à estrutura rígida de orientação, impedindo seu movimento a sotamar e redução das áreas úteis a ocupação; redução de ambientes naturais e alteração da paisagem.

No setor Central, todos os impactos relacionados as faixas de areia estiveram presentes, bem como os impactos associados, exceto o escalonamento da linha de costa por sucessivas estruturas rígidas perpendiculares a linha de costa, o qual apenas foi identificado somente no município de Florianópolis, sendo o município que contém todos os impactos.

Em direção ao sul do litoral, o setor Centro-Sul demonstrou os impactos mais presentes: praias mais extensas causadas pelo assoreamento/deposição; alteração da topografia da praia; aprisionamento de sedimentos junto à estrutura rígida de orientação, impedindo seu movimento a sotamar e redução das áreas úteis a ocupação; redução de ambientes naturais e alteração da paisagem. O setor Sul do litoral, apresentou os impactos referentes a alteração da topografia da praia e a redução das áreas úteis à ocupação; redução de ambientes naturais e alteração da paisagem foram os impactos que se destacaram nesta região. Ressalta-se que neste setor, foi possível perceber um decréscimo significativo na presença do impacto sobre a faixa de areia e este mesmo setor, apresenta a maioria dos municípios que não tiveram a identificação das obras costeiras e seus respectivos impactos (Figura 7).

Destacam-se que os levantamentos adicionais realizados em campo auxiliaram na identificação dos impactos sobre a faixa de areia e dos impactos associados. A Figura 8 apresenta como caso de impacto sobre a faixa de areia no município de Balneário Piçarras o impacto de redução da faixa de praia (avanço das obras sobre a faixa de praia). Na Figura 9, no município de São Francisco do Sul, é possível observar que a construção da obra do enrocamento alterou a morfologia da praia, em toda a sua extensão, retratando praias mais estreitas pela erosão (erosão paralela à linha de costa).

**Figura 8** - Exemplo de situação de impacto sobre a faixa de areia no município de Balneário Piçarras, este impacto diz sobre a alteração da área a ser ocupada na praia



**Fonte:** Foto tirada pela autora (2021).

**Figura 9** - Impacto sobre a faixa de areia no município de São Francisco do Sul, o qual demonstra a supressão de feições do perfil da praia caracterizada pela praia reduzida



**Fonte:** Foto tirada pela autora (2021).

A Figura 10 apresenta como caso de impactos associados no município de Barra Velha, o impacto redução de áreas úteis a ocupação. Nesta região percebe-se que as obras de enrocamentos acabaram eliminando toda a face praial após a retração da linha de costa, tornando indisponível para uso da população.



**Figura 10** - Enrocamento na no município de Barra Velha, o qual caracteriza uma redução da faixa de areia a ser ocupada



**Fonte:** Foto tirada por Pedro de Souza Pereira (2021).

A Figura 11 exibe a ocorrência de impacto sobre a face da praia no município de Itapoá, em que as obras estão suprimindo os sub-ambientes praias. Identifica-se que a paisagem da praia sofreu alteração e não torna um lugar atrativo e útil para seu uso.

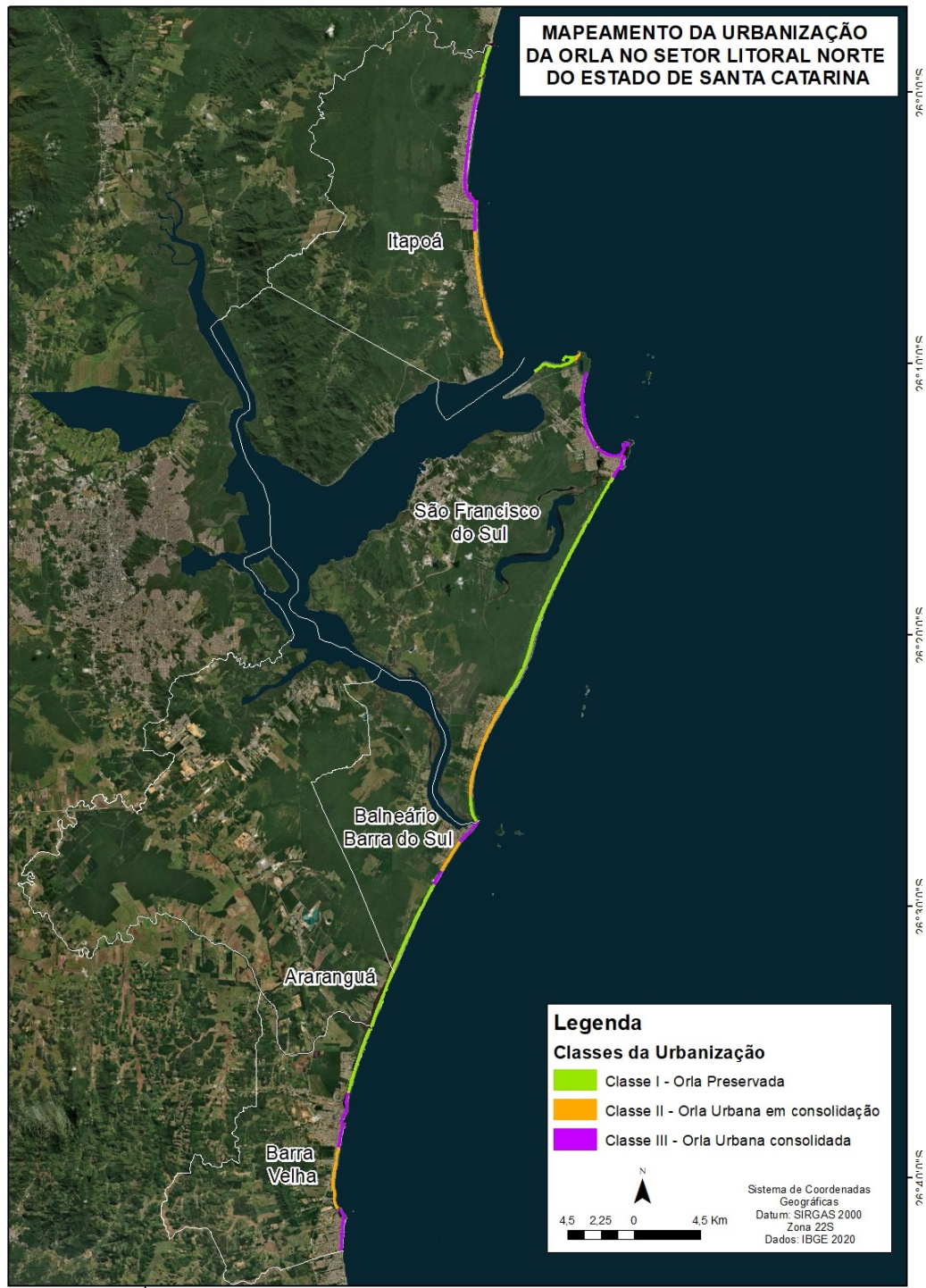
**Figura 11**– Impacto associado situado no município de Itapoá, este impacto pode ser apresentado como alteração da paisagem



**Fonte:** Foto tirada por Pedro de Souza Pereira (2021).

Com a intenção de classificar o uso e ocupação da orla para planejamento, através do *buffer* gerado pelo dado da linha de costa deste trabalho, foi realizado o mapeamento do nível de ocupação e consolidação da orla em todo o litoral catarinense no *ArcGIS* 10.5.1. Dessa forma, a Figura 12 apresenta o mapa da região Norte do litoral do estado de SC e pode-se verificar que os municípios de Itapoá e Barra Velha apresentam grande parte da urbanização de suas orlas em consolidação ou já consolidadas. Neste setor, observou-se que através do mapeamento, os dados em relação à classificação I, denominada como orla preservada, apresentou 30% do tipo de orla e classificação II, orla urbana em consolidação com 10% e a III, orla urbana consolidada com 16%. Sobre o tipo de ocupação na linha de costa arenosa, apresentou 7,36% de área preservada. Além disso, o município de São Francisco do Sul se destacou por ter a maioria de classificação I na sua região.

**Figura 12** - Mapa representativo dos tipos de ocupação das orlas no litoral Norte do estado de SC

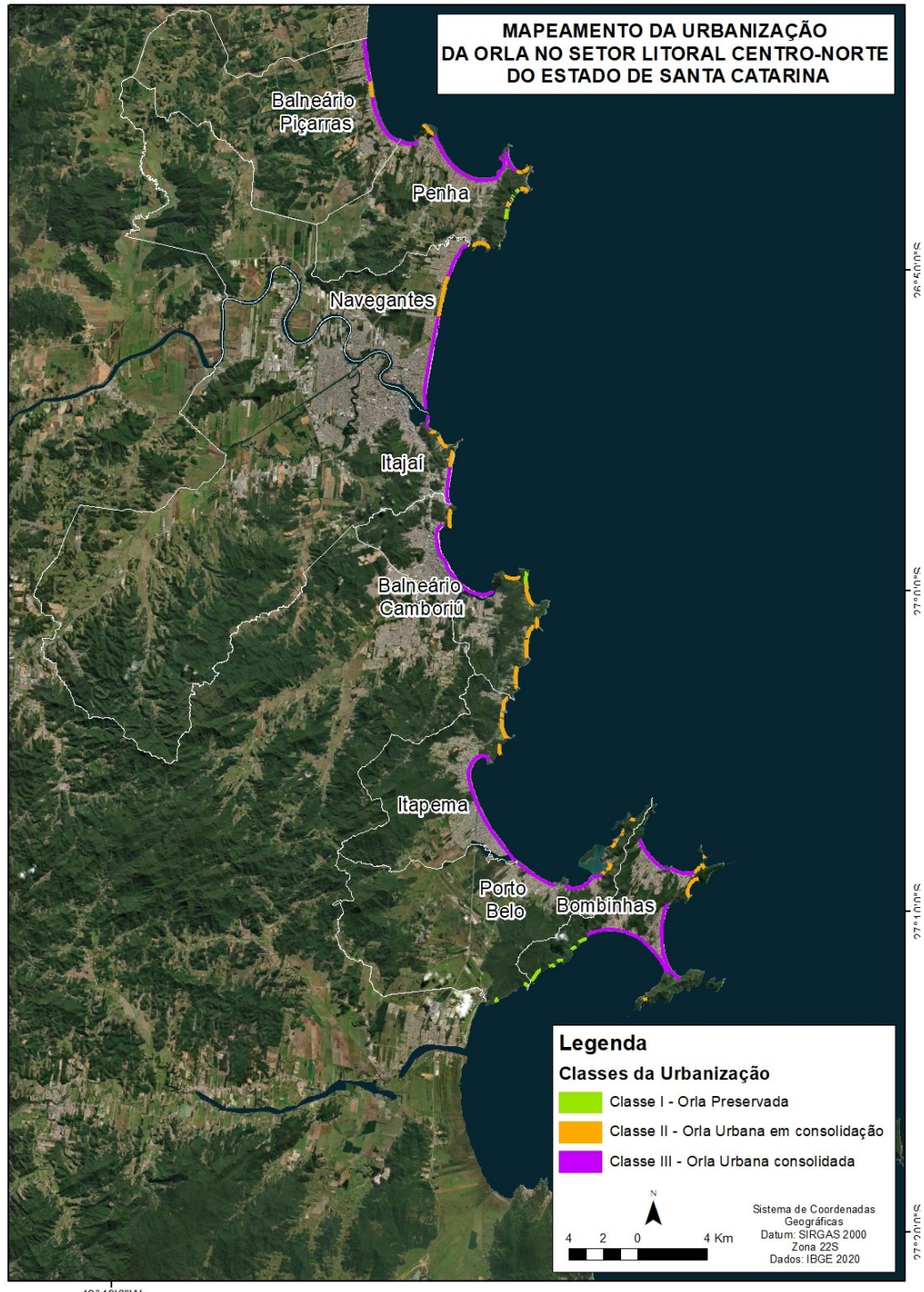


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Na Figura 13 o mapeamento do setor do litoral Centro-Norte demonstra que a grande parte dos municípios que fazem parte desse setor, estão com sua orla consolidada, tendo em relevância o município de Bombinhas, com essa classificação. Neste setor, as classes II e III, apresentaram, em conjunto, um

percentual de 38% do tipo de orla. Quanto ao grau de preservação sobre a linha de costa arenosa, este setor apresentou 0,69%, sendo identificadas somente nos municípios de Penha, Balneário Camboriú e Bombinhas.

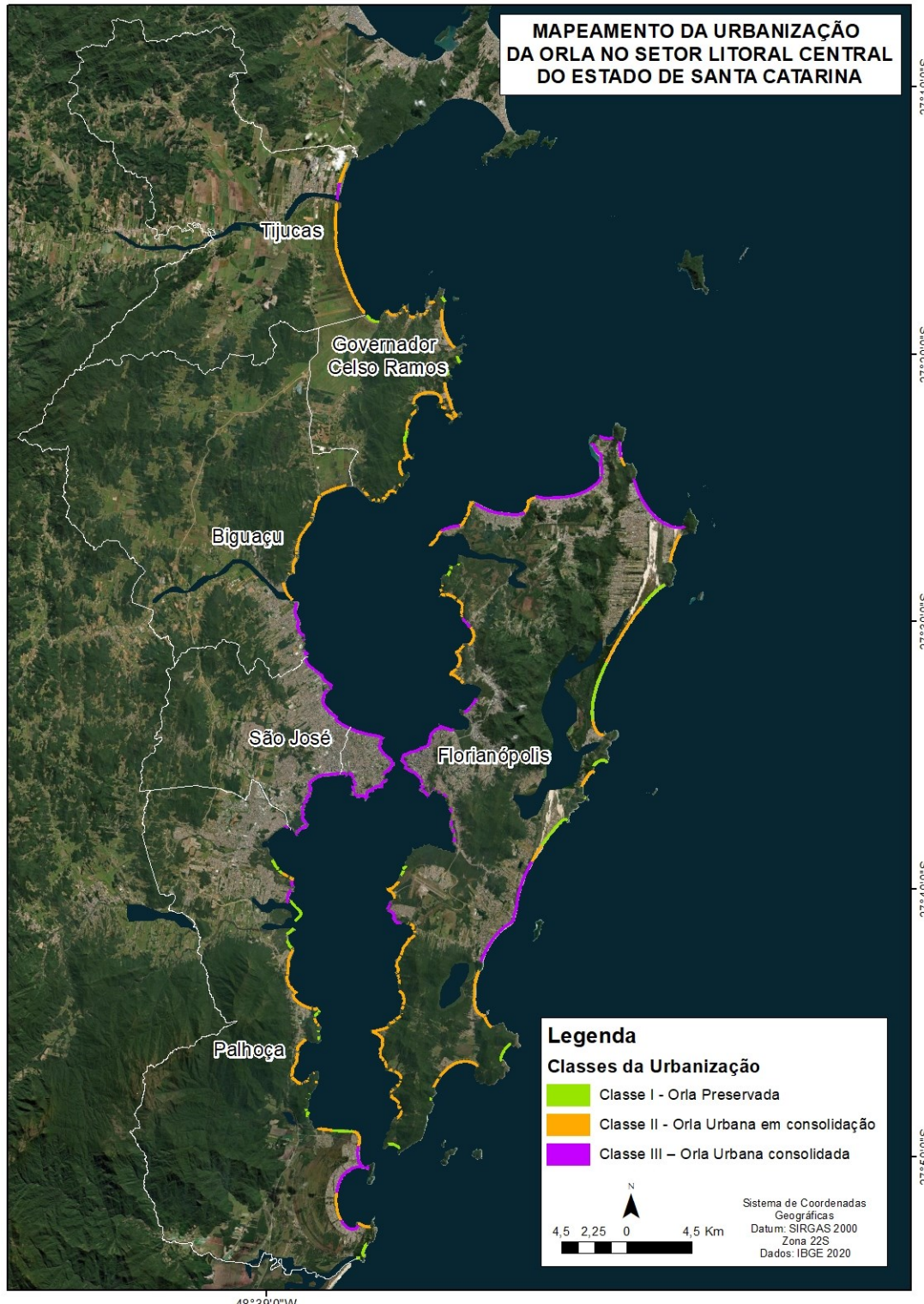
**Figura 13** - Representação do mapa do litoral Centro-Norte do Estado de SC quanto ao tipo de orla identificada



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Na Figura 14, o mapeamento do setor do litoral Central demonstrou que a maioria dos municípios apresenta sua orla em consolidação e somente para os municípios de São José e Florianópolis, apresentaram grande parte da orla consolidada. Neste mesmo setor, os tipos de orla tiveram seu destaque na Classe II, orla urbana em consolidação com 38% e na Classe III, orla urbana consolidada com 40%. Sobre a área ocupada sobre a linha de costa arenosa, demonstrou que somente 4,19% é tido como preservado nesta região. O município de Florianópolis apresentou o maior tipo de classificação II e III em relação ao tipo da orla.

**Figura 14** - Mapa representando os tipos de orlas presentes no setor Central do litoral catarinense

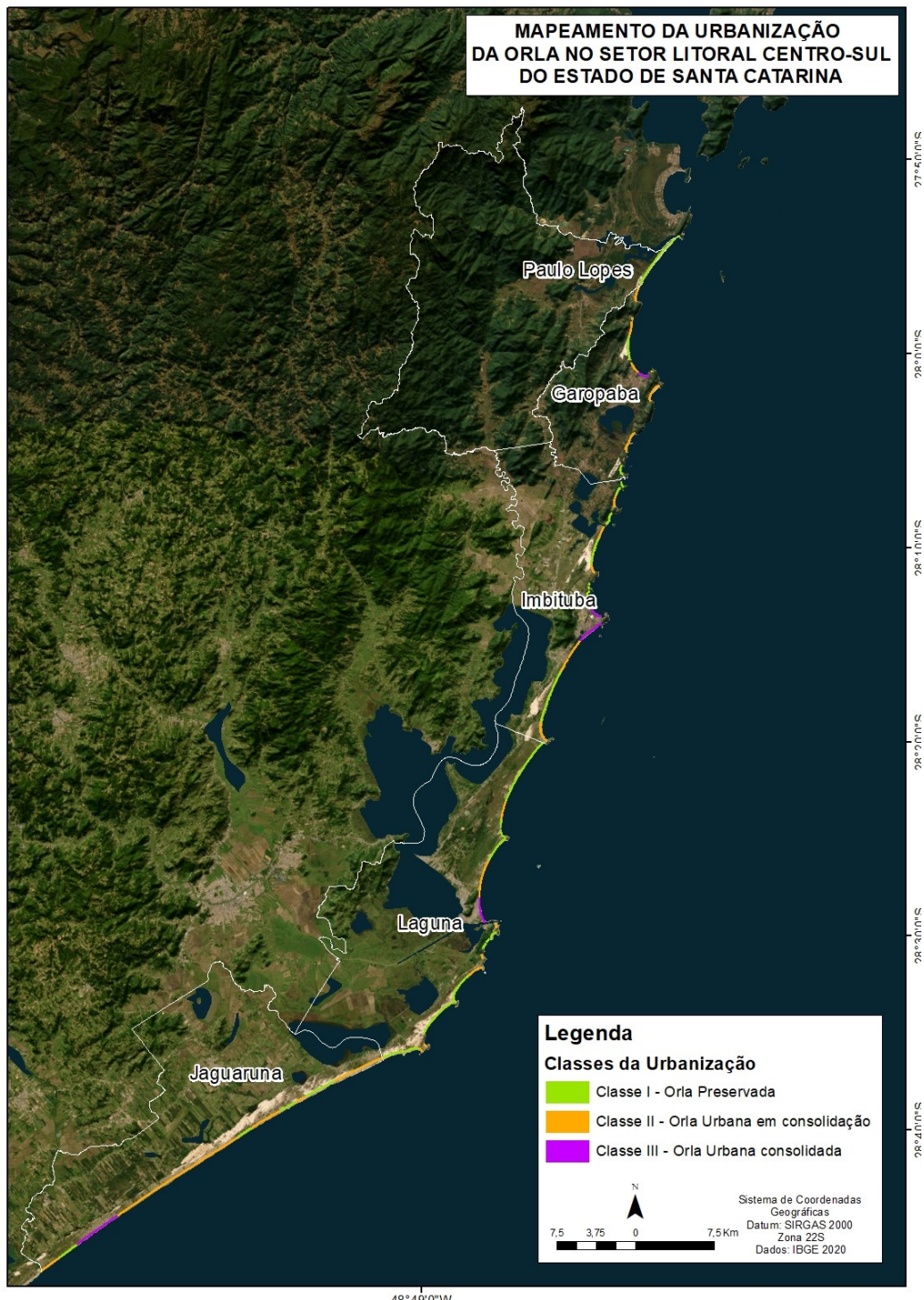


**Fonte:** Elaborado pela autora (2022).

Conforme na Figura 15, o setor do litoral Centro-Sul em mapeamento, a urbanização da orla apresenta grande parte em consolidação, principalmente o município de Jaguaruna. No entanto, o município de Laguna foi o município que se

sobressaiu por apresentar a maior classificação do tipo de orla preservada (Classe I). Neste setor apresenta 39% do tipo da orla da Classe I (preservada) e a ocupação urbana na linha de costa arenosa, apresentou 9,51% de área preservada.

**Figura 15** - Mapa do setor do litoral Centro-Sul do litoral do estado de SC apresentando os tipos de orlas

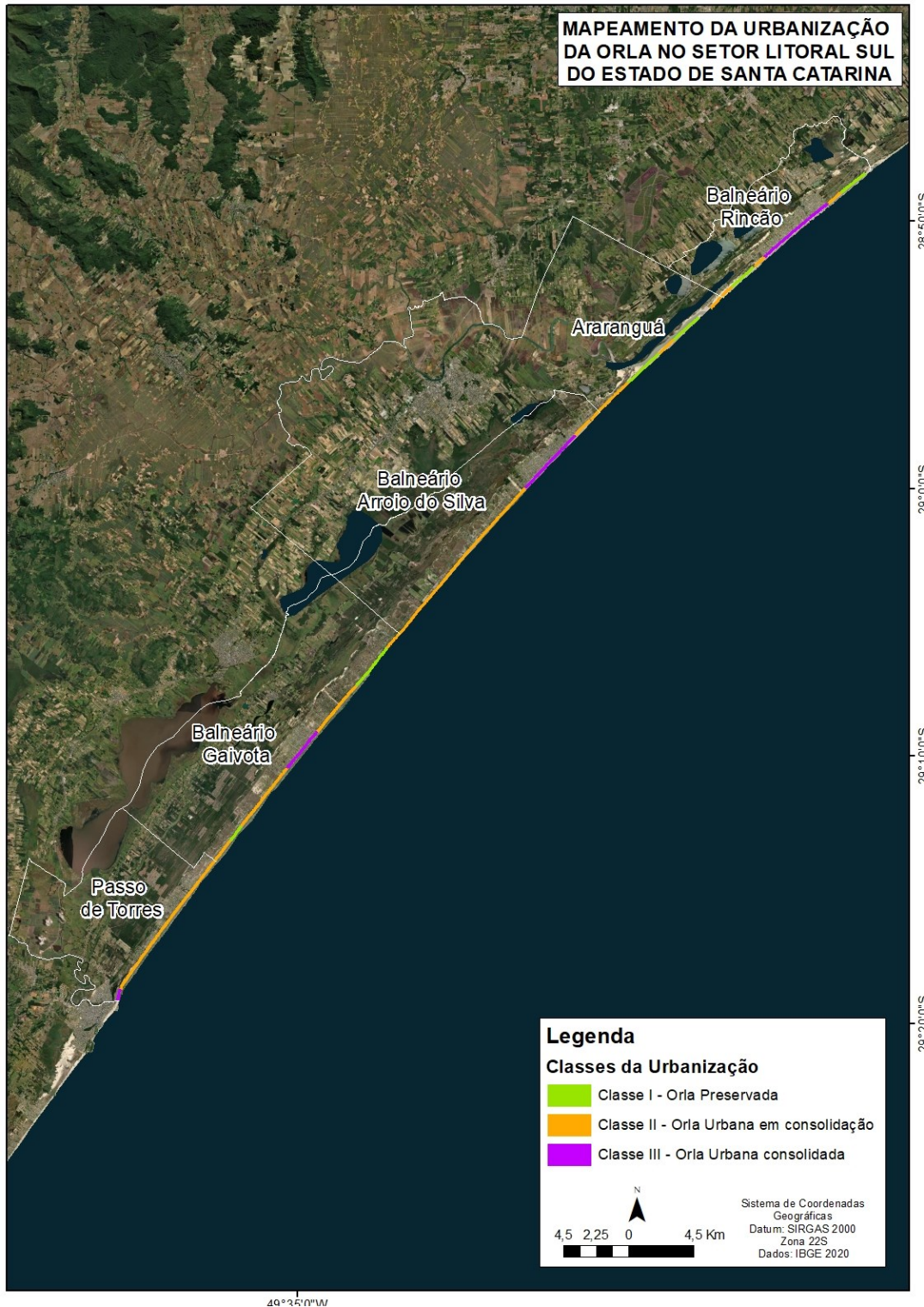


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Conforme na Figura 16, o mapeamento do setor do litoral Sul catarinense também possui a orla em sua maior parte em processo de consolidação (Classe II), respectivamente os municípios de Passo de Torres e Balneário Arroio do Silva, sendo este último município teve o maior número quanto a este tipo de classificação. Este mesmo setor apresentou 21% sobre o tipo de orla em consolidação (Classe II) e sobre a ocupação sobre a linha de costa arenosa, demonstrou um alto percentual de 8,60% da Classe II.



**Figura 16** - Mapa do setor do litoral Sul do Estado de SC sobre o tipo de Orla

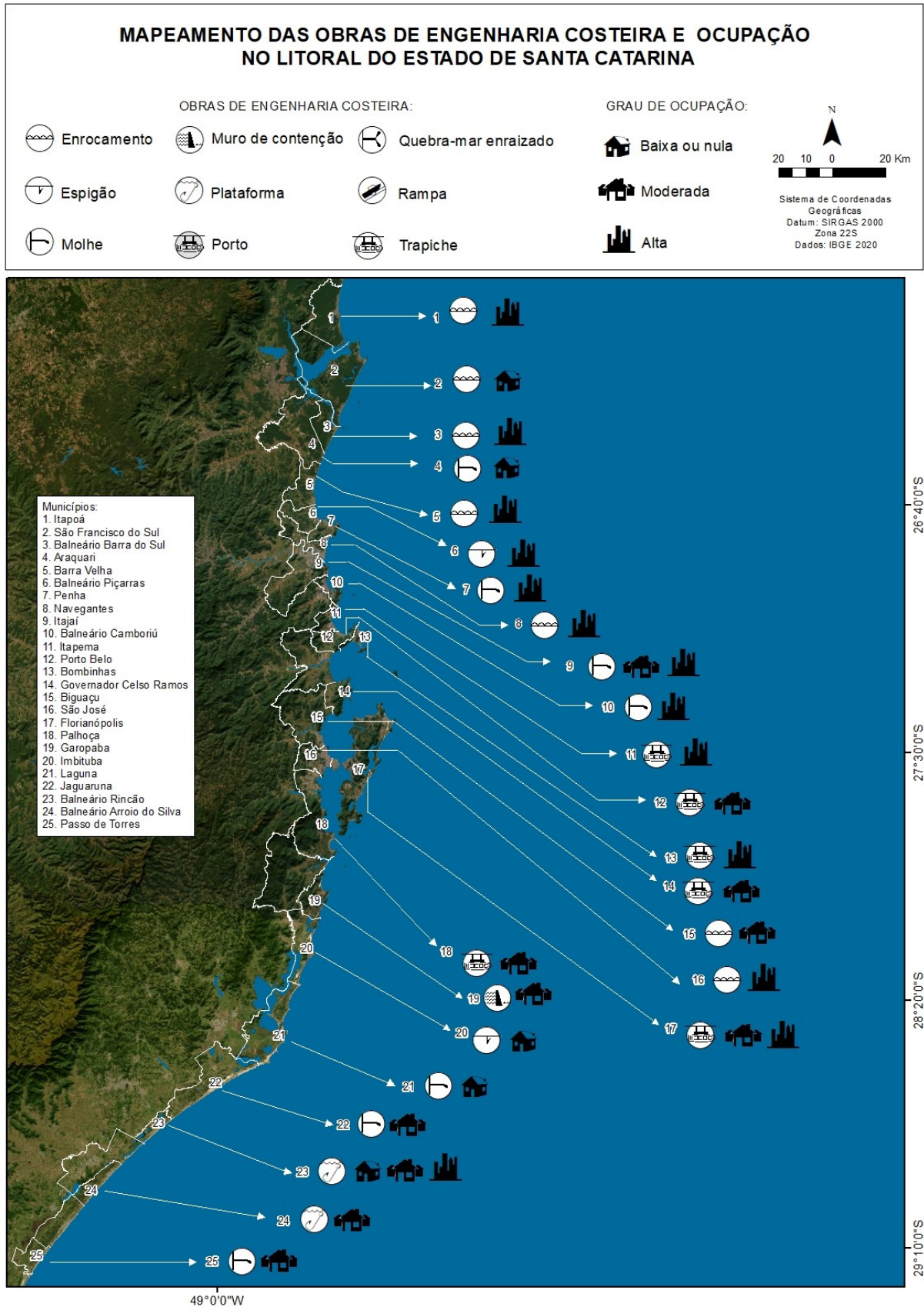


**Fonte:** Elaborado pela autora (2022).

A Figura 17 sintetiza as informações sobre a localização das obras e grau de ocupação urbana. Destaca-se que na representação da simbologia das obras de engenharia costeira conforme as suas características, estão conforme a Carta SAO (MMA,2002). Em relação à simbologia sobre o grau de ocupação, foi criada no

*software ArcGIS 10.5.1.* Através do mapa nota-se que o enrocamento segue em domínio no litoral do estado e o grau de urbanização alta prevaleceu. Ressalta-se que houve municípios que tiveram mais de um destaque quanto ao grau de ocupação. Os municípios de Itajaí e Florianópolis apresentaram graus de urbanização moderada e alta; e o município de Balneário Rincão, apresentou grau de urbanização baixa, moderada e alta.

**Figura 17 - Mapa do destaque das obras de engenharia costeira e grau do tipo de ocupação presentes nos municípios do litoral do estado de Santa Catarina**

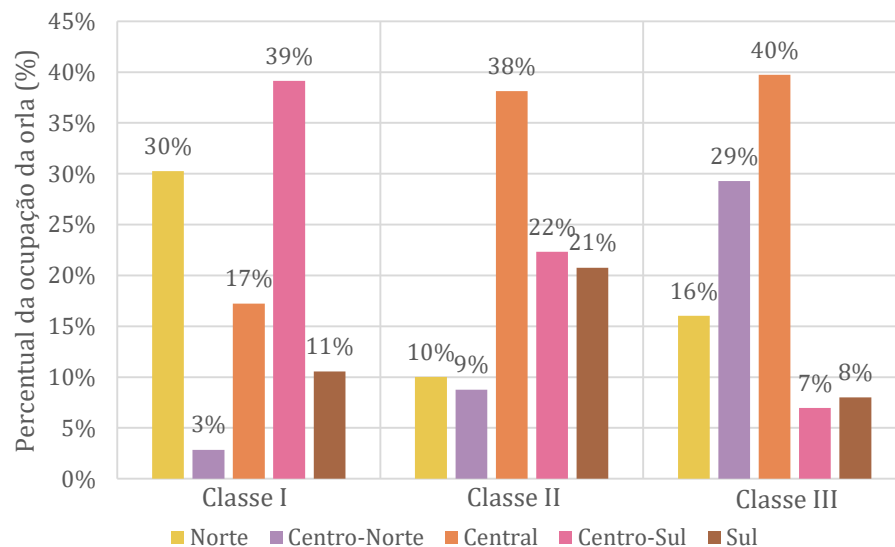


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Segundo o mapeamento da orla no litoral catarinense, foram elaborados gráficos demonstrados nas Figuras 18 e 19. A partir disso, observou-se quanto a ocupação da orla urbana nos setores do litoral apresentados no gráfico da Figura 18, que Classe I (39%), a qual demonstra a ocupação da orla preservada e encontra no setor do litoral Centro-Sul e as Classes II (38%) e III (40%), que representam a ocupação da orla urbana em consolidação e consolidada estão no setor do litoral Central.

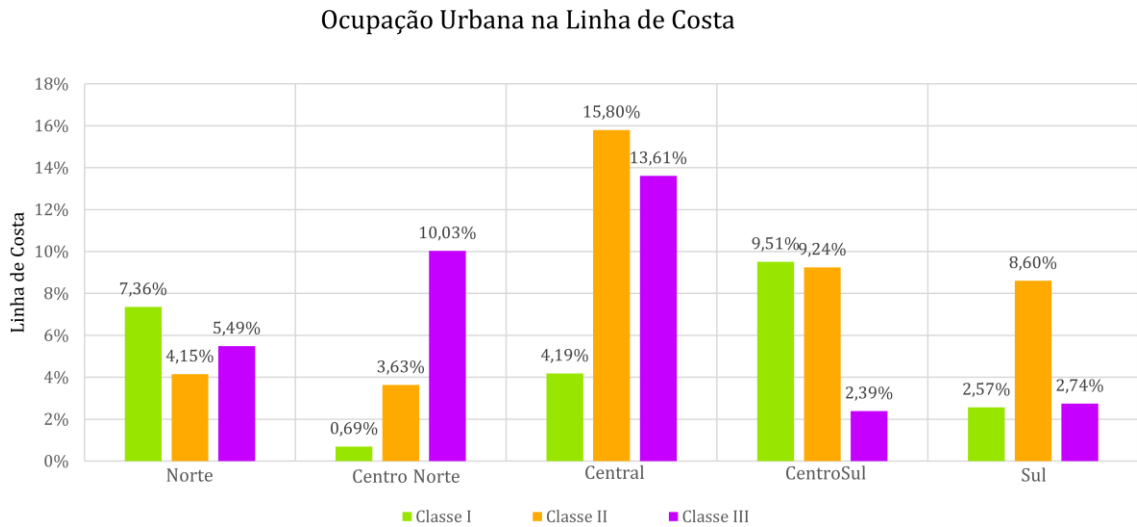
Além disso, também foi retratado a situação da ocupação recente por setores sobre a linha de costa do litoral catarinense. O gráfico da Figura 19 demonstra que a ocupação urbana na linha de costa no setor Central apresenta índices elevados. Totalizando acima de 25% no tipo de ocupação da orla das Classes II e III. No setor Centro-Sul a ocupação sobre a linha de costa da região, está mais preservada, apresentando maior número na Classe I, portanto, apresenta pouca diferença na ocupação da linha de costa em relação à Classe II.

**Figura 18** - Representação dos setores do litoral catarinense quanto ao tipo de orla: preservada (Classe I); urbana em consolidação (Classe II) e em urbana consolidada (Classe III)



**Fonte:** Elaborado pela autora (2022).

**Figura 19** - Representação quanto ao tipo de ocupação na linha de costa nos setores do litoral catarinense, segundo as Classes I (preservada), II (urbana em consolidação) e III (urbana consolidada)



**Fonte:** Elaborado pela autora (2022).

Há ainda de considerar se os trechos costeiros, que apresentam tendências erosionais, que justificassem a expansão do número de obras mapeadas quando comparado os resultados desta pesquisa com as de Machado (2010) – Figura 6. Para isso, a ferramenta CASSIE foi utilizada para detalhamento acurado sobre a evolução da linha de costa da área de estudo, em trechos costeiros que possam apresentar tendências erosionais. Ao todo, 11 municípios do litoral catarinense que apresentaram expansão no número de obras construídas de enrocamentos e espigões e tiveram o comportamento geral da sua linha de costa analisados, sendo: 4 do setor do litoral Norte; 3 do setor Centro-Norte; 3 do setor Central e; 1 do setor Centro-Sul.

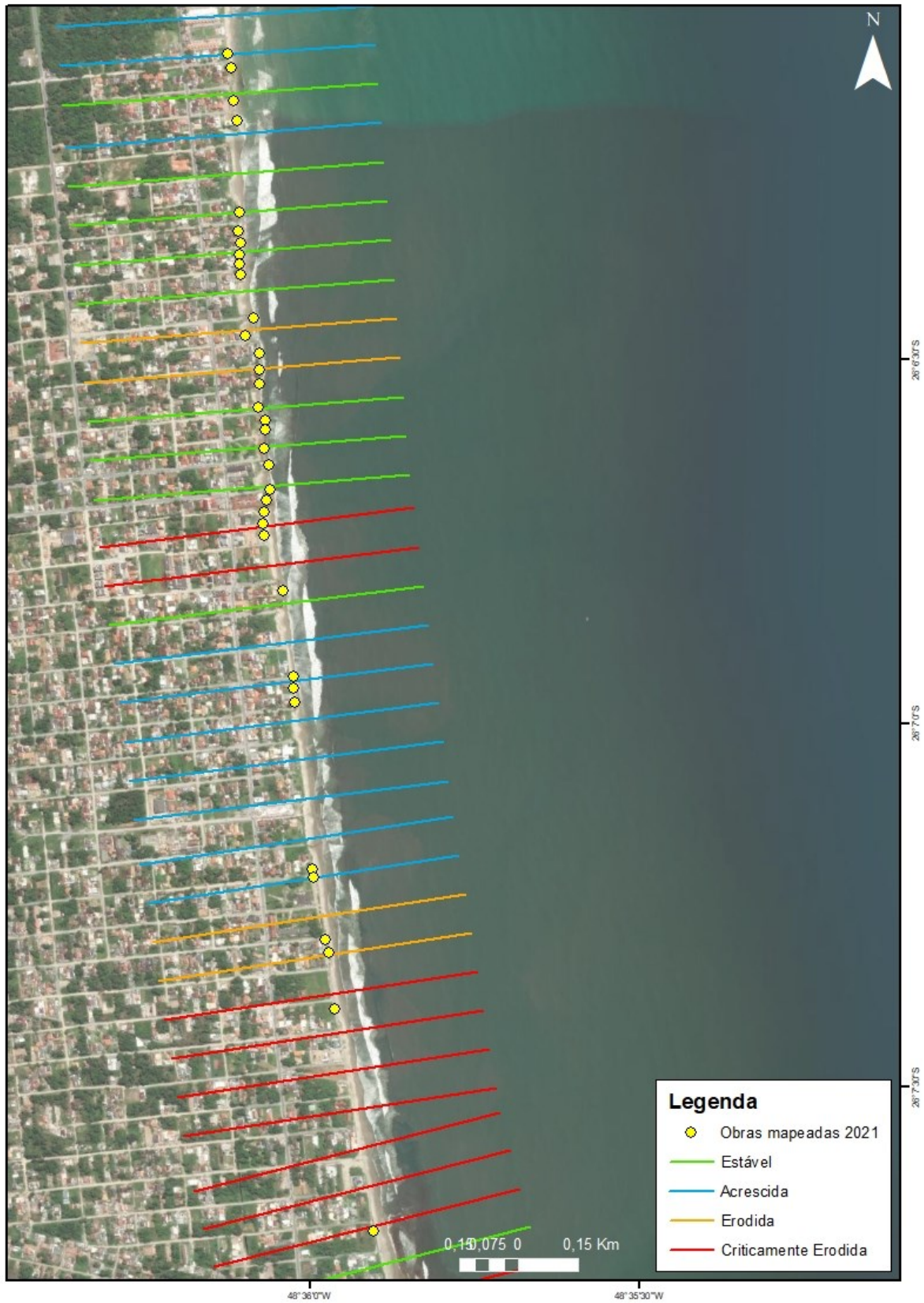
O setor do litoral Norte, no município de Itapoá apresentou em seu trecho costeiro situado ao norte, como maior parte em situação de erosão e erosão crítica em que estão as obras de enrocamento do mapeamento de 2021 (Figura 20). A maior taxa de erosão crítica foi de -1,5m/ano pelo método do LRR. Na porção sul do município, com a inserção das obras de enrocamento, revelam casos de acresção e estabilidade. Portanto, através dos índices negativos dos dados EPR expressam que está em processo de erosão (Figura 21).

**Figura 20**– Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no primeiro trecho, na praia de Itapema do Norte, em Itapoá/SC



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

**Figura 21** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no segundo trecho na praia de Itapoá, em Itapoá/SC

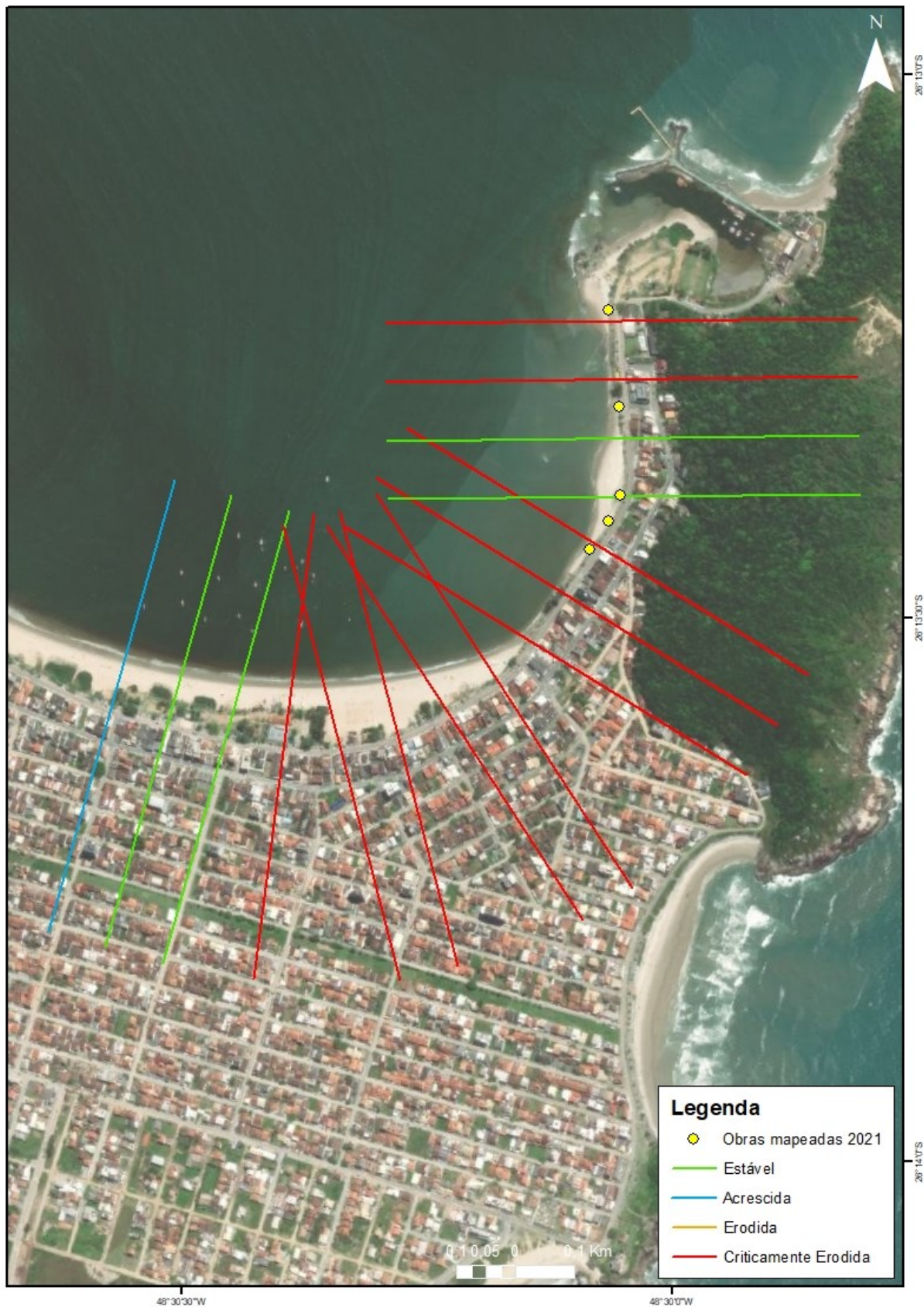


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ressalta-se que não houve identificação das obras de engenharia costeira no município de Itapoá no mapeamento do ano de 2010 e percebeu-se que esses casos também ocorreram nos municípios desse mesmo setor do litoral catarinense, como São Francisco do Sul e Balneário Barra do Sul. No primeiro trecho do município de São Francisco do Sul (Figura 22) demonstraram como estável em dois transectos onde estão as obras de enrocamento. No entanto, as taxas de EPR dos dados de estabilidade se mostram negativas, indicando haver processo de erosão presente. Os demais transectos representaram estado de erosão crítica, onde a maior taxa alcançada foi de -4m/ano. No segundo trecho costeiro do mesmo município costeiro(Figura 23), apresentou somente transectos demonstrando a situação da linha de costa em estado de erosão e erosão crítica na região em que estão as obras de enrocamento, e a maior taxa alcançada de variação do LRR foi de -5,7m/ano.

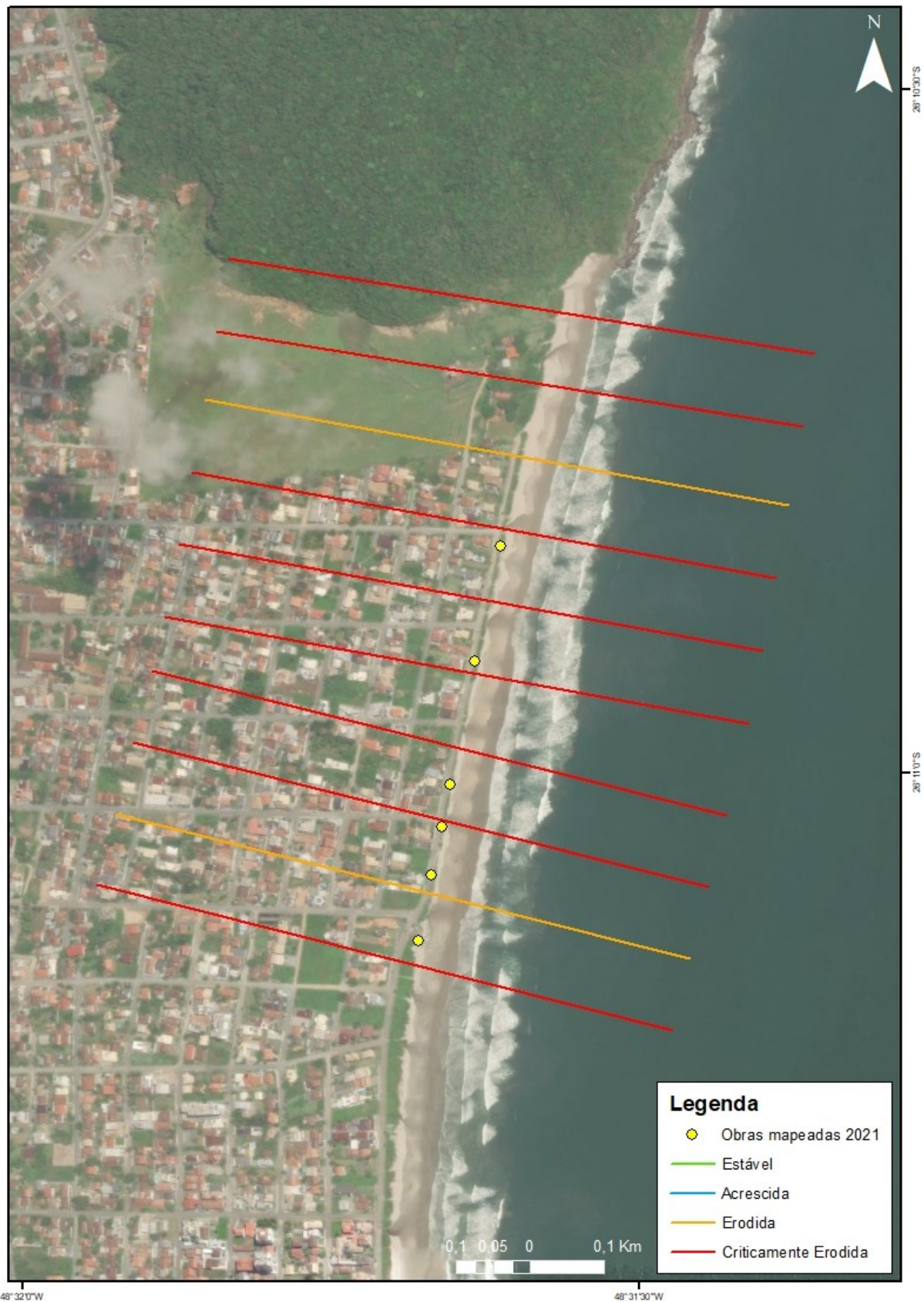


**Figura 22** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no primeiro trecho na praia da Enseada, em São Francisco do Sul/SC



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

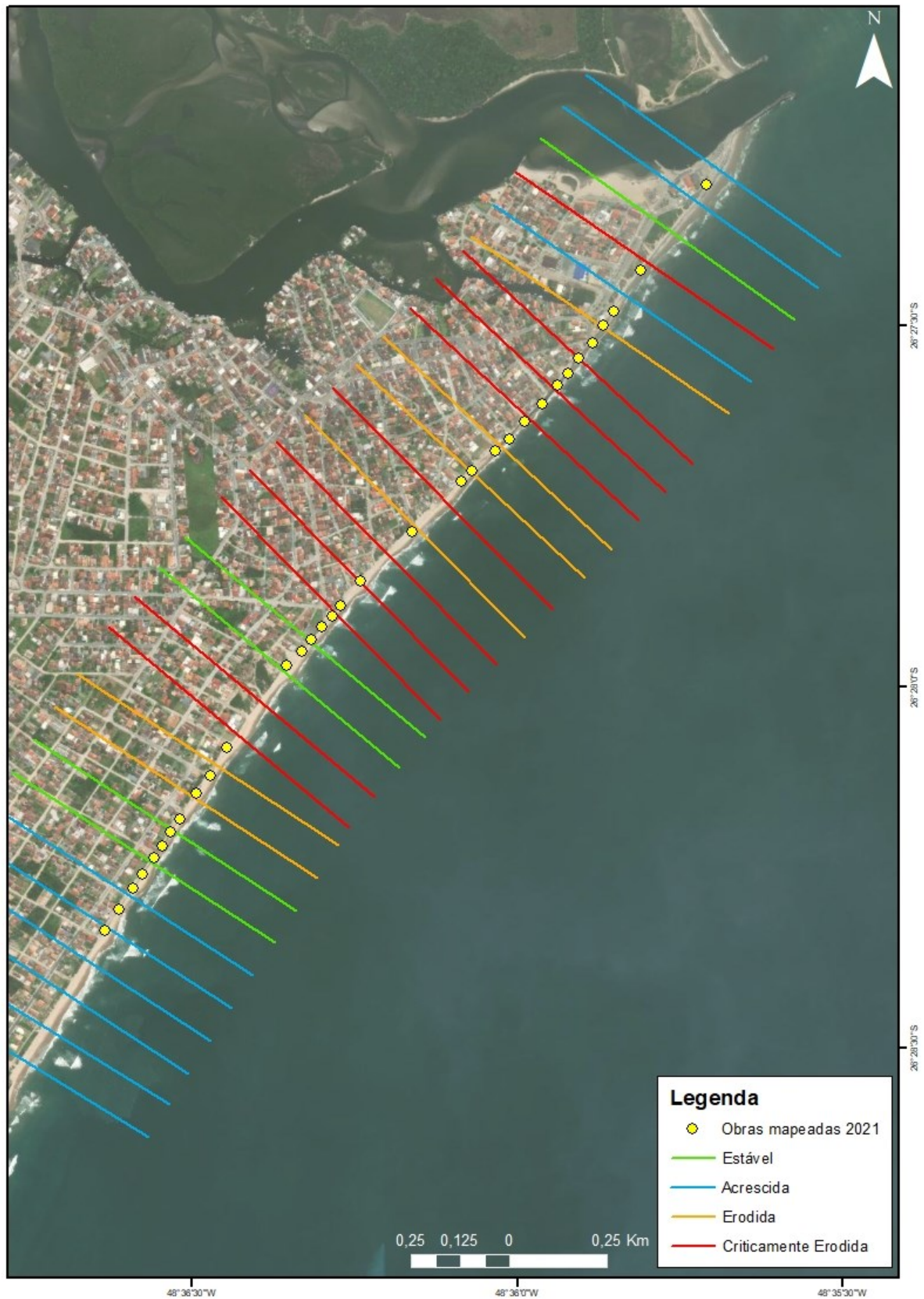
**Figura 23**– Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no segundo trecho na praia do Itaguaçu, em São Francisco do Sul/SC



**Fonte:** Elaborado pela autora (2022).

Também no setor do litoral Norte, em seu único trecho estudado do município de Balneário Barra do Sul, revelou a situação da linha de costa em estado crítico de erosão no transecto localizado no extremo norte onde estão as obras de enrocamento, com taxa de variação de  $-4,7\text{m/ano}$  do LRR. Além disso, ocorreram casos de acresção ao norte e ao sul da região, o que foi verificado nas observações a campo, sendo lugares que demonstraram acréscimo de sedimento devido à construção do molhe ao norte e ao sul, pelos presentes enrocamentos contínuos que sucedem à característica de estabilidade e acresção da linha de costa (Figura 24).

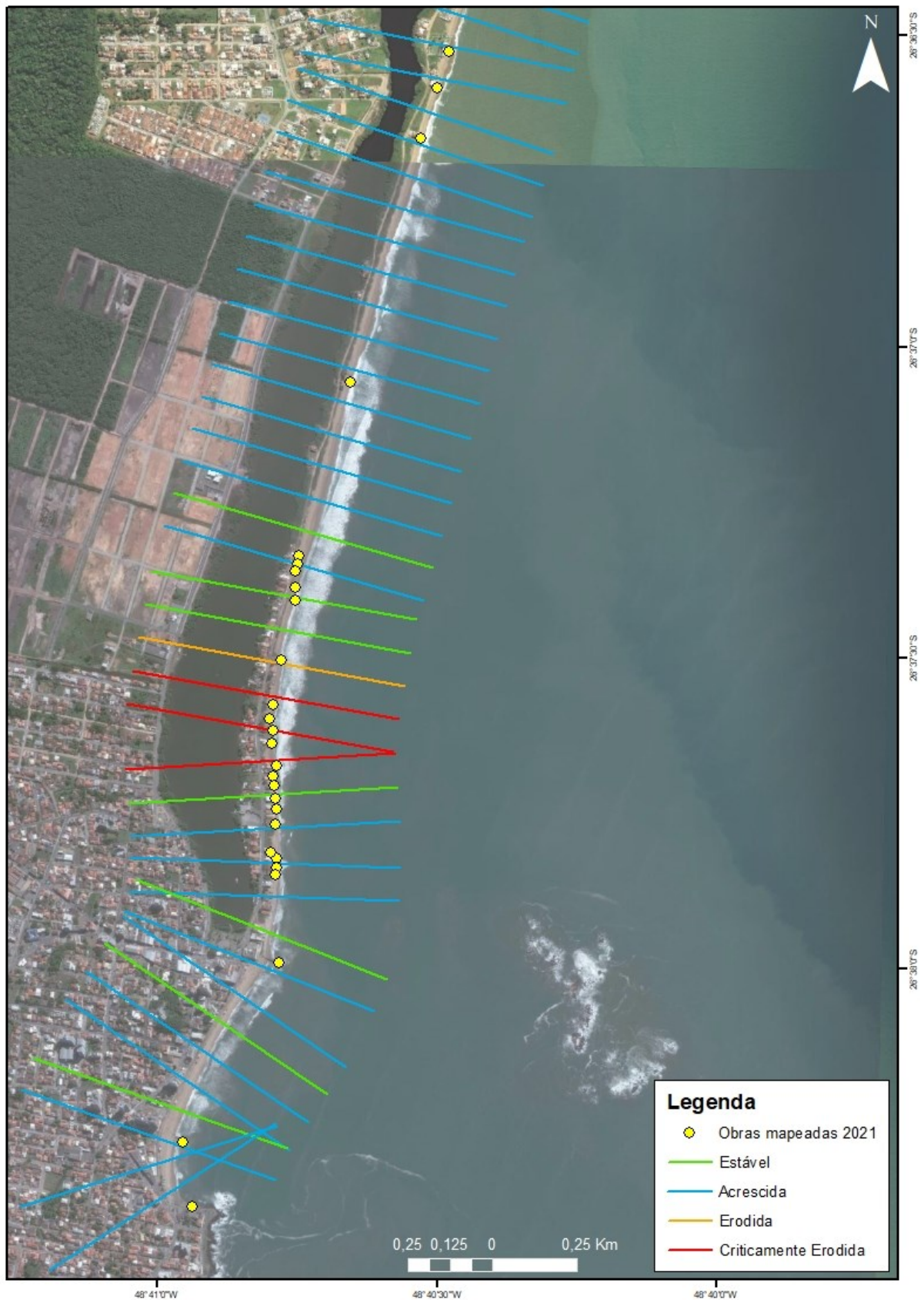
**Figura 24** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE na praia da Picama, localizada no município de Balneário Barra do Sul/SC, sobre a situação da erosão em relação com as obras identificadas no mapeamento atual



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ainda no setor Norte, no primeiro trecho costeiro do município de Barra Velha, localizada na praia Central, em que estão as obras de enrocamento, os dados dos transectos demonstraram que a situação da linha de costa está em situação de erosão e criticamente erodida. Foram observados, também, os transectos de estabilidade em que se situam essas obras, porém, seus dados através do método EPR demonstram tendência erosiva. Os transectos de acresção representados, estão relacionados à implantação de espigão e enrocamentos ao sul da região, os quais foram verificados a campo (Figura 25). No mapeamento de 2010 nesta região já haviam sido identificadas obras de enrocamentos e espigões.

**Figura 25** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no primeiro trecho na praia da Península até a praia Central, em Barra Velha/SC



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

**Figura 26** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no segundo trecho na praia de Itajubá, em Barra Velha/SC

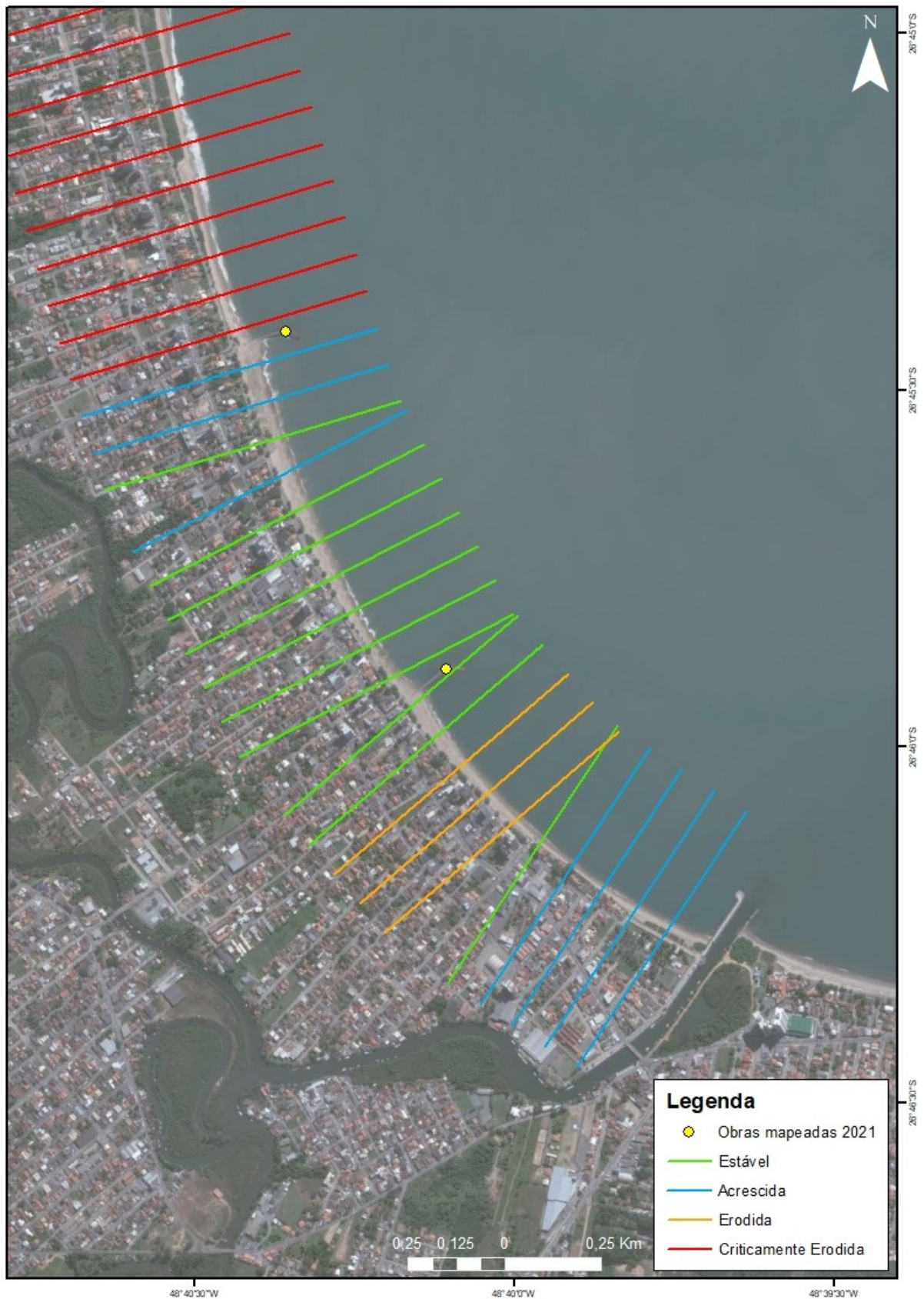


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No setor Centro-Norte do litoral, o município de Balneário Piçarras apresentou em sua linha de costa os transectos de acresção e estabilidade, no mesmo lugar em que estão inseridas as obras de espigões. Entretanto, há outros transectos que demonstraram situação crítica de erosão, com taxas do LRR que variam entre -2,3 m/ano a -5,8m/ano (Figura 27). Observou que em relação ao último mapeamento com o atual que ocorreu um aumento de implantação de espigão em seu trecho costeiro.



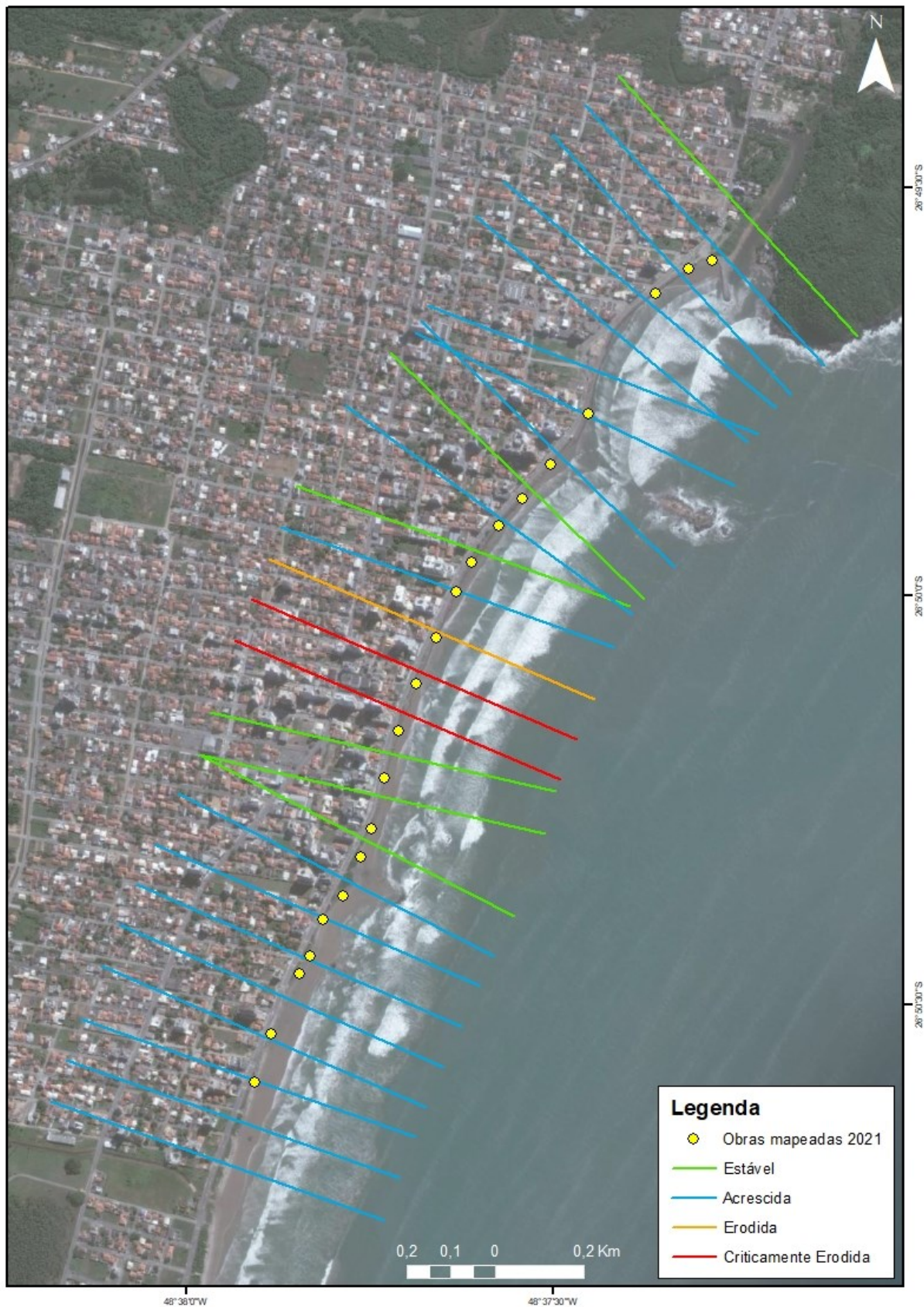
**Figura 27** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE na praia de Piçarras, em Balneário Piçarras/SC



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No setor Centro-Norte, a sua linha de costa na praia de Gravatá do município de Navegantes, apresentou transecto de erosão crítica relativamente alta, com uma taxa de LRR de  $-4\text{m/ano}$ . Os resultados dos transectos também demonstraram casos de estabilidade e acresção na linha de costa, as quais podem estar relacionadas à implantação da construção do molhe ao norte e a presença da Ilha de Gravatá, que afetam o transporte de sedimento (Figura 28). Nesta região não foram mapeadas obras de engenharia costeira no ano de 2010.

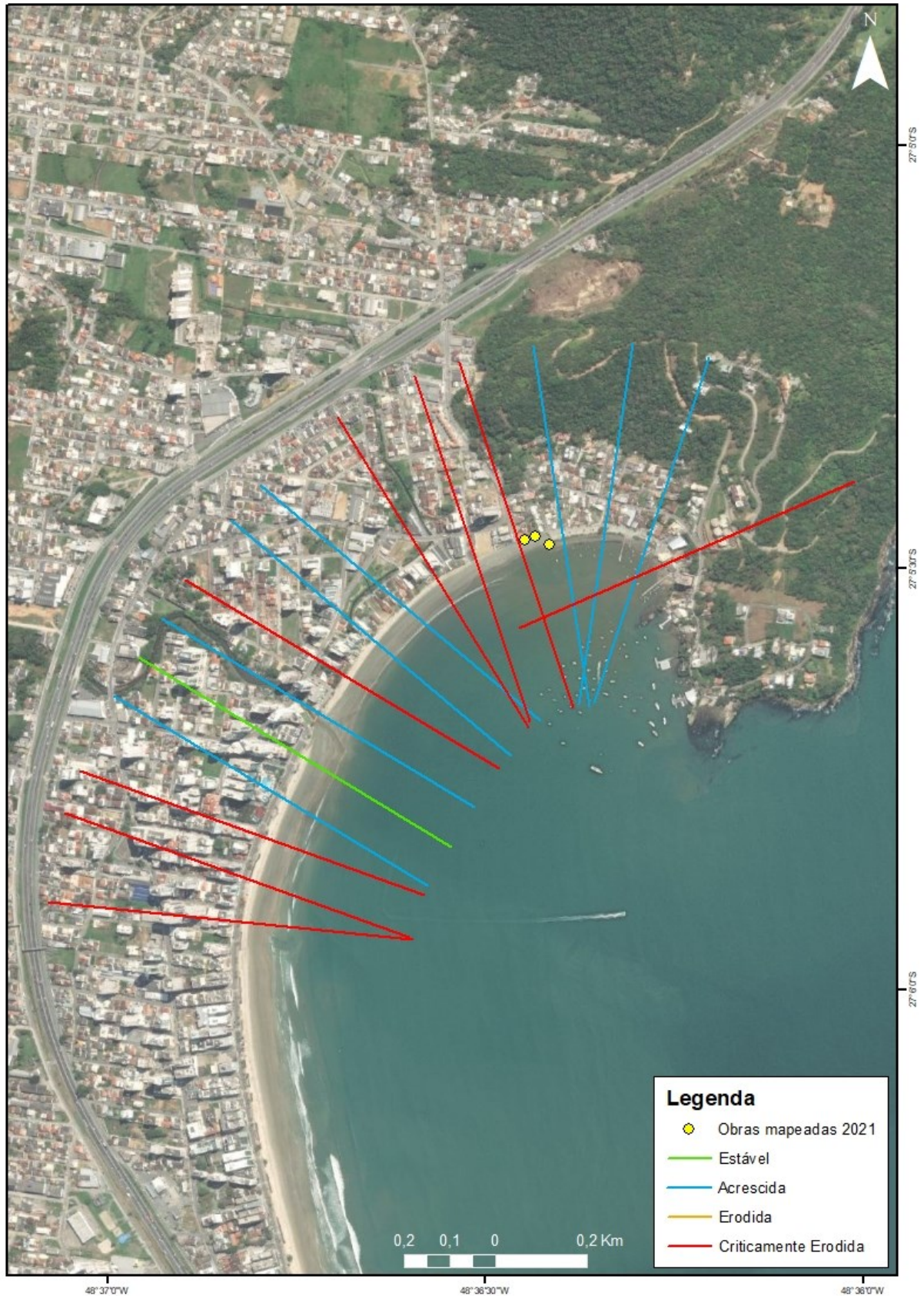
**Figura 28** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no trecho norte da praia de Gravatá, em Navegantes/SC



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ainda no setor do litoral Centro-Norte, na praia do Canto do município de Itapema, situado ao norte, apresentou como resultado da sua variação da linha de costa em um de seus transectos a situação da linha de costa em criticamente erodida com índice de LRR com  $-1,4\text{m/ano}$  nas mesmas regiões em que foram identificadas as obras de enrocamento e espigão no mapeamento recente. No mapeamento de 2010 já havia sido identificada a obra de enrocamento, verificando o aumento da introdução das obras (Figura 29).

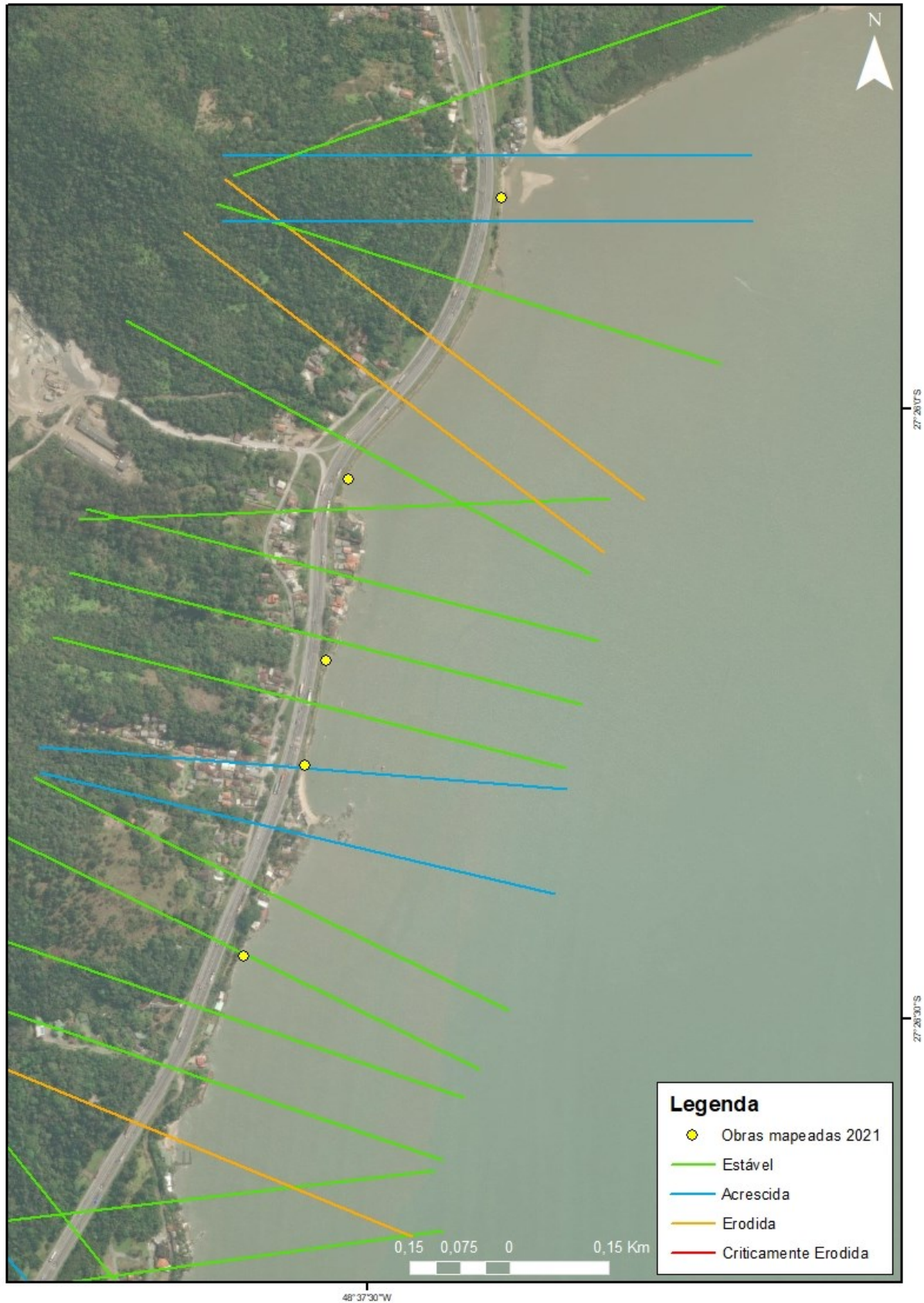
**Figura 29** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no único trecho da praia do Canto, em Itapema/SC



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

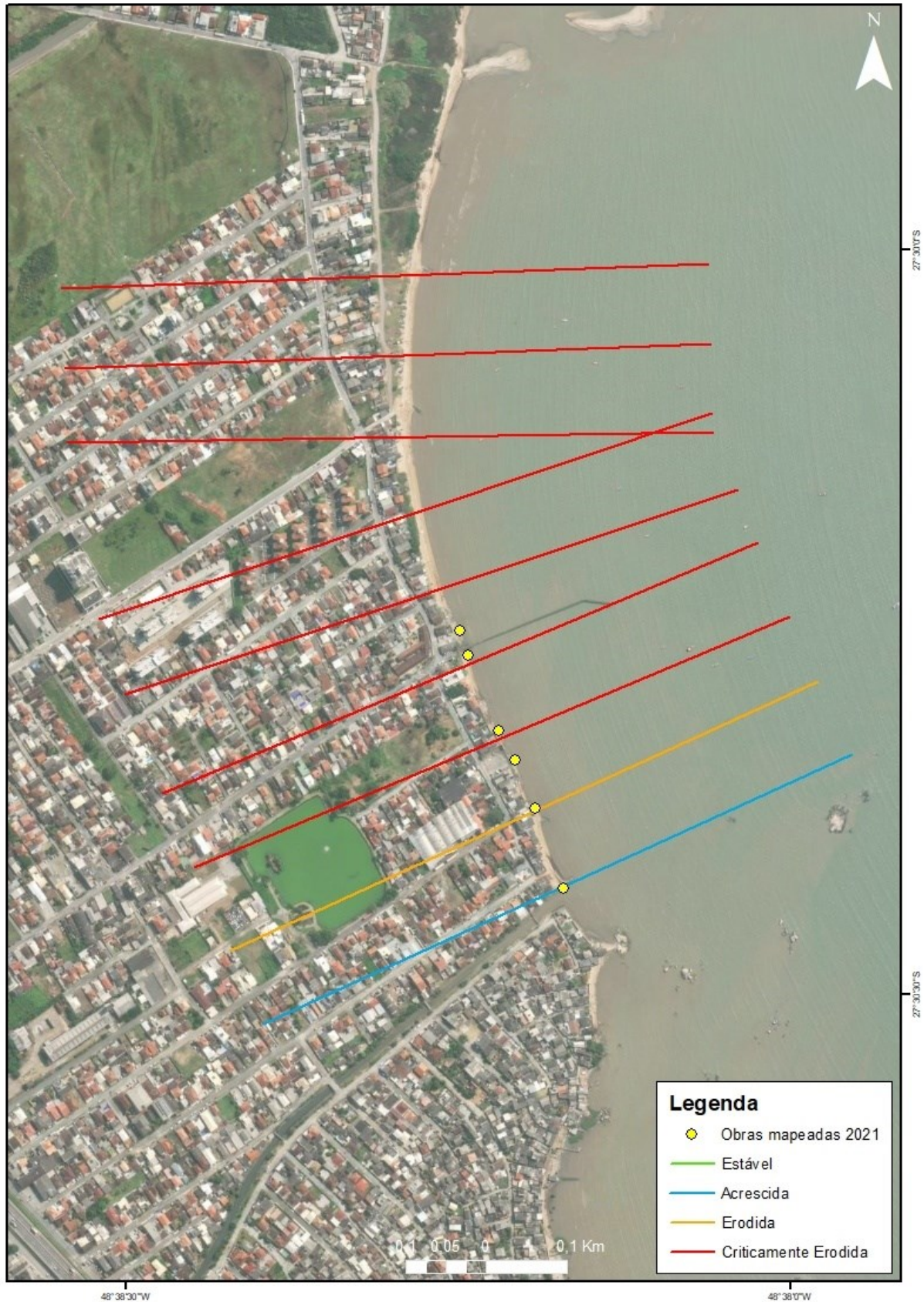
No setor do litoral Central, no primeiro trecho na prainha do Chico do município de Biguaçu, apesar em ter apresentado como estável a maioria da situação da sua linha de costa representada pelos transectos em que estão as obras de enrocamento, os dados do EPR apresentaram negativos, os quais expressam que a área está em processo de erosão (Figura 30). Em seu segundo trecho na Figura 31, os transectos apresentaram resultado contrário, em que a variação da linha de costa apresentam estado de erosão crítica com taxas de variação de -1,1 a -2,4m/ano pelo método LRR onde foram mapeadas as obras de enrocamento.

**Figura 30** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no trecho prainha do Chico, em Biguaçu/SC



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

**Figura 31** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no segundo trecho na praia João Rosa, em Biguaçu/SC

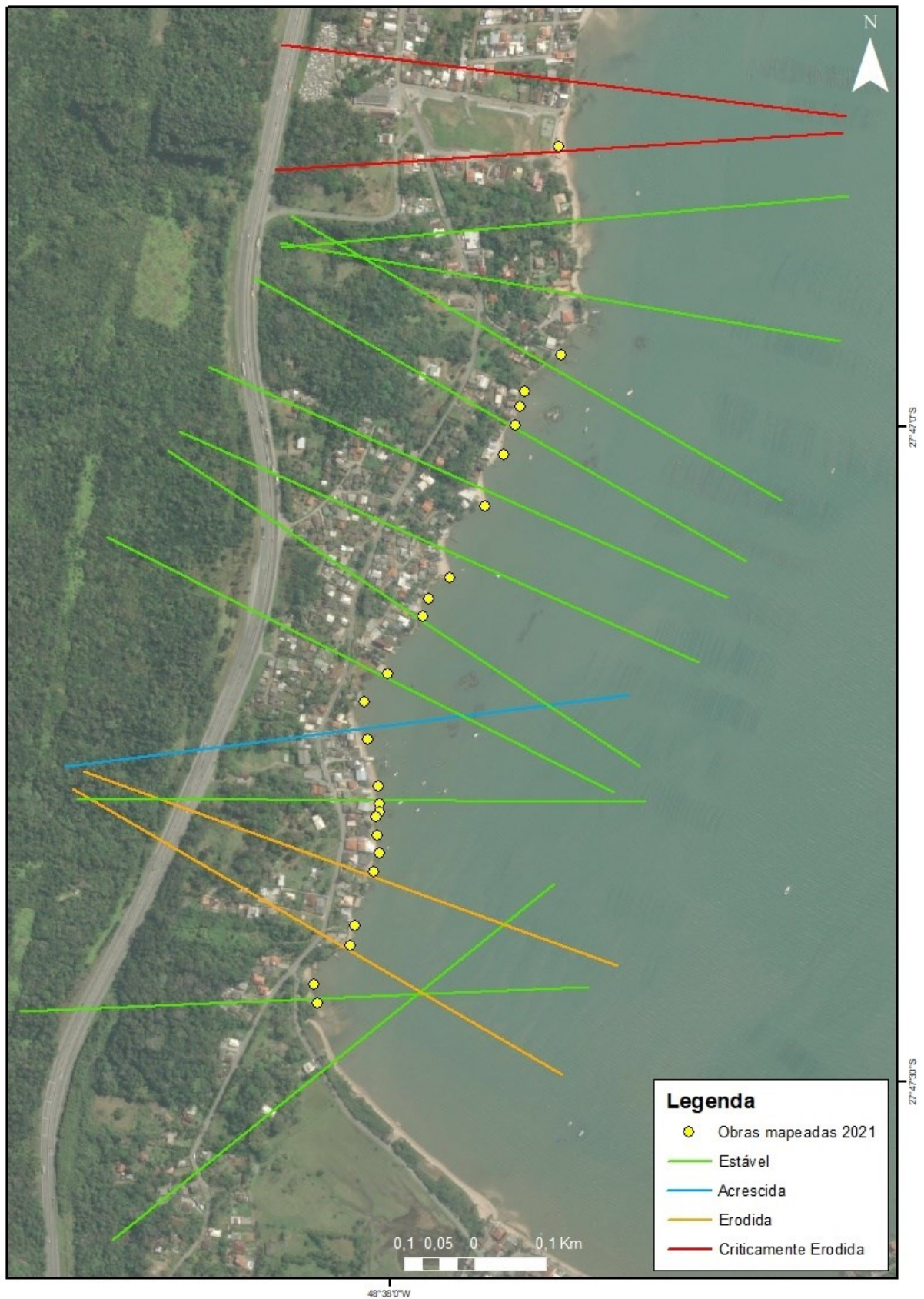


Fonte: Elaborado pela autora (2022).



Também neste mesmo setor do litoral, no município de Palhoça, na praia da Enseada de Brito, apresentaram na maioria de seus transectos como estável a situação da sua linha de costa, portanto, em suas extremidades demonstraram transectos de erosão crítica com taxas de variação entre -1,4m/ano a -1,8m/ano e estado de erosão com taxas de variação de -0,6m (Figura 32).

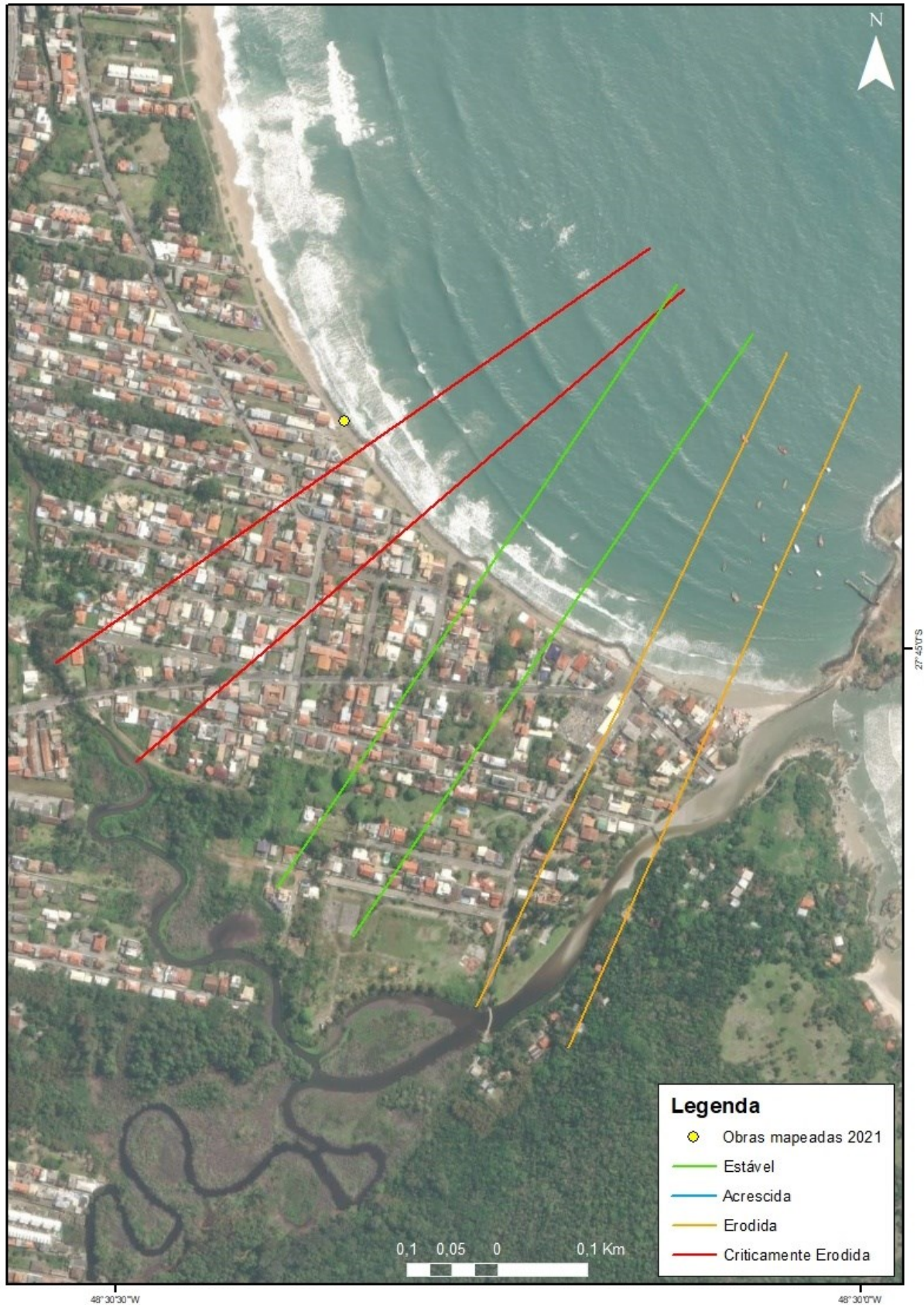
**Figura 32** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no único trecho na praia da Enseada de Brito, em Palhoça /SC



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Na praia da Armação, localizada no município de Florianópolis, situada no setor do litoral Central, os resultados demonstraram que a situação da linha de costa desta região está erodida e criticamente erodida, apresentando valores de LRR de -0,7m/ano e -2,8m/ano. Apesar de apresentar transectos que apontam estabilidade, eles revelam valores negativos pelos métodos EPR e LRR, ou seja, este lugar está em estado de erosão. A obra de enrocamento foi identificada no mapeamento recente e não em 2010 (Figura 33).

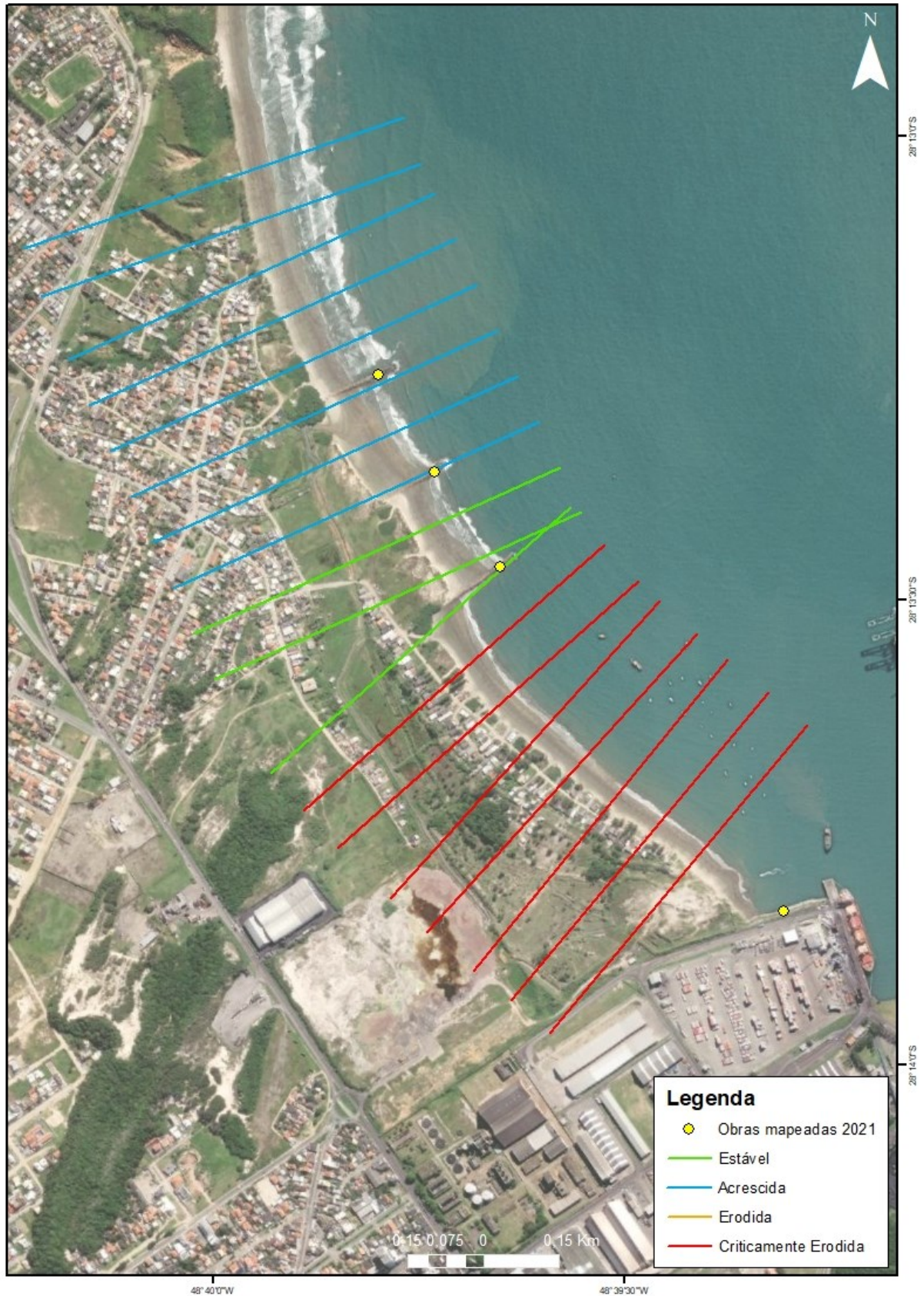
**Figura 33** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no único trechona praia da Armação em Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No setor do litoral Centro-Sul, apresentou em seu único trecho costeiro da praia do Porto, no município de Imbituba, parte dos resultados dos transectos está em situação de erosão crítica e outra parte, em situação de acreção. Os resultados dos dados da erosão crítica pelo método LRR apresentam taxa de variação de -2,3 a -6,8m/ano e os dados da acreção, variam de 0,5m/ano a 4,4m/ano. Entre esses dados de erosão e acreção, apresentou a informação de estabilidade em sua linha de costa. As obras dos espigões identificados no mapeamento de 2021 não foram identificados no mapeamento anterior, realizado em 2010 (Figura 34).

**Figura 34** – Resultado da aplicação da ferramenta CASSIE no único trecho na praia do Porto, em Imbituba/SC



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

## 5 DISCUSSÕES

Através da comparação entre o mapeamento atual com o mapeamento anterior realizado por Machado (2010), é possível afirmar que ocorreu um crescimento na implantação da construção de obras de engenharia costeira no litoral Central e que este crescimento corrobora com os resultados de Machado (2010) ao tratar da ligação da presença das obras à expansão da BR 101. Além disso, também foi possível observar que houve um aumento da implantação das obras de enrocamento e de espigão.

Em relação ao mapeamento da linha de costa recente com o estudo de Camargo (2020), o comportamento da linha de costa do estado de Santa Catarina apresentou que o setor 1 (Litoral Norte) possui uma maior retração. Esta informação pode ser reforçada pela crescente presença de obras que foram aqui mapeadas neste setor. O setor 2 (Litoral Centro-Norte) teve a maior taxa de praias estáveis, onde houve poucas obras identificadas. No setor 3 (Litoral Central) a maioria das praias expostas urbanizadas apresentam retração, fato corroborado pelo crescente número de obras presentes, por exemplo, no município de Florianópolis. No setor 4 (Litoral Sul) e no setor 5 (Litoral Centro-Sul) as taxas de progradação são expressivas, fato corroborado pela baixíssima presença de obras costeiras.

Sobre o mapeamento da ocupação da orla catarinense, nota-se que setor Centro-Sul mantém o destaque da classe preservada na linha de costa e diante disso, pode-se observar uma crescente presença de ocupação nas áreas em que foram identificados os impactos das obras mapeadas no atual mapeamento. Também no mapeamento da orla, foi visto que as áreas que estão com menor grau de desenvolvimento se localizam no setor Sul do litoral catarinense.

Os autores Bonetti et al. (2017) apresentaram dados sobre a distribuição espacial da suscetibilidade à erosão ao longo do litoral catarinense e apontaram que a região Norte do litoral do estado e ao Sul, apresentaram alta e baixa suscetibilidade, respectivamente. Isso evidencia que as áreas mais propensas à erosão costeira estão localizadas em regiões onde foram identificadas recentemente as obras de engenharia costeira. Tal fato indica que a ocupação irregular do litoral catarinense tem contribuído para a erosão costeira.

Ainda, com base no estudo de Bonetti et al. (2017) e no mapeamento das obras e seus impactos aqui apresentado, o estudo reconhece que os setores do

litoral Norte, Centro-Norte e Central, que apresentam maior suscetibilidade à erosão (BONETTI et al., 2017), são os mesmos com o maior número de obras e impactos. Tal fato é um indicador de que a erosão costeira no litoral catarinense resulta de um balanço sedimentar negativo da praia junto à ocupação imprópria de orlas costeiras e às más iniciativas para a fixação da linha de costa, assim como também afirmado por Schmidt (2015).

O crescimento da ocupação urbana, além de causar impactos negativos em diversos espaços costeiros, expõe ao risco os habitantes desse meio devido às implicações que podem causar mudanças nos processos costeiros e a subsequente alteração da evolução de formas do relevo (SIMÓ; HORN FILHO, 2004).

O resultado do mapeamento da orla ao longo do estado de SC corresponde com os dados obtidos pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) do ano de 2021 ao se tratar da quantidade estimada da população residente nos municípios que fazem parte dos setores que compõem o litoral do estado de Santa Catarina (Tabela 2).



**Tabela 2-** Dados da população residente dos municípios frente mar no estado de SC

Setores	Municípios	População IBGE 2021	Total
Norte	Itapoá	21.766	159.217
	São Francisco do Sul	54.751	
	Balneário Barra do Sul	11.271	
	Araquari	40.89	
	Barra Velha	30.539	
Centro Norte	Balneário Piçarras	24.385	632.663
	Penha	34.022	
	Navegantes	85.734	
	Itajaí	226.617	
	Balneário Camboriú	149.227	
	Itapema	69.323	
	Porto Belo	22.466	
	Bombinhas	20.889	
Central	Tijucas	39.889	1.074.007
	Governador Celso Ramos	14.739	
	Biguaçu	70.471	
	São José	253.705	
	Florianópolis	516.524	
	Palhoça	178.679	
Centro Sul	Paulo Lopes	7.642	144.394
	Garopaba	24.07	
	Imbituba	45.711	
	Laguna	46.424	
	Jaguaruna	20.547	
Sul	Balneário Rincão	13.129	177.21
	Araranguá	69.493	
	Balneário Arroio do Silva	13.782	
	Balneário Gaivota	11.537	
	Passo de Torres	9.269	

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O destaque demonstrado no setor do litoral Central catarinense corrobora também com a pesquisa de Scherer e Asmus (2016). Conforme os autores, essa é uma região que possui alto valor econômico e que fornece importantes bens e serviços, atraindo cada vez mais pessoas para a região.

Conforme o trabalho elaborado por Schmidt (2015) verificou-se ainda que o setor Centro-Sul mantém-se como o setor mais preservado (classe I). Também o setor Centro-Norte segue com expressividade de orla urbana consolidada (classe III). Por sua vez, o setor Central, apresentou orlas do tipo urbana em consolidação (classe II) e urbana consolidada (classe III) em um maior número do que os demais setores do litoral de Santa Catarina.

Segundo o mapeamento da orla, foi visto que as áreas que estão menos desenvolvidas se localizam no setor Sul do litoral catarinense. Diante dessa

situação, conforme Esteves et al. (2003), é ideal e menos custoso para a gestão, regularização e o planejamento das futuras ocupações em áreas costeiras que não estão desenvolvidas, visto que, sucederá o impedimento da distribuição das áreas problemáticas por toda a costa quando estiverem desenvolvidas.

Igualmente, as áreas mais desenvolvidas necessitam de atenção, visto que as regiões do litoral Central e Norte do estado de Santa Catarina são as regiões que foram mais afetadas por desastres costeiros em comparação com o litoral da região Sul (LEAL et al., 2021). Além disso, os municípios de Florianópolis e Tijucas da região Central, mesmo apresentando características distintas entre si, têm grande risco de impacto através de ondas de tempestades e possuem o maior número de registro de alerta de tempestades (PAZINI, 2021).

Considerando as características intrínsecas desses municípios, para Pazini (2021), elas estão relacionadas aos padrões hidrometeorológicos e sucessão geológica, tornando-os naturalmente vulneráveis aos eventos extremos. A soma desses fatores ao tipo de ocupação dessas regiões procederá à perda imediata de grandes faixas de areia e a exposição futura das construções antrópicas.

Essa situação pode ser reconhecida através do mapeamento desenvolvido neste trabalho. Com base no mapeamento das obras, no município de Tijucas não foi identificada obra de engenharia costeira, mas mesmo assim, Pazini (2021) demonstra ser uma área que está sob risco de erosão e inundação por ter ocupação humana em área de várzea. Esta mesma região sofre com frequência da ação de eventos de inundação costeira relacionados a marés de tempestade (SANTOS; BONETTI, 2018). Devido às informações alcançadas com o mapeamento realizado sobre as obras de engenharia costeira e a ocupação da orla no litoral de Santa Catarina, outro mapa foi elaborado com a intenção de caracterizar as obras de engenharia costeira que demonstraram maior relevância nos municípios da área de estudo, da mesma maneira quanto ao grau de ocupação.

O município de Itapoá possui um histórico de desastres, em que as ocorrências foram registradas desde o ano de 1978 até o ano de 2022, no qual apresentaram um somatório de 16 registros de desastres associados a ciclones, marés de tempestades, ressacas, ventos costeiros, erosão e inundação costeira ao longo desses anos (DUTRA; GOERL; SCHERER, 2021).

Além disso, foram apontados na classificação de Perinotto et al. (2012), como o estado de erosão costeira severa neste município. Para essa classificação, os

autores utilizaram o método do uso de geoindicadores e suas variáveis. Na classificação do estado de estabilidade ou acresção, foram utilizadas características como as dunas bem desenvolvidas, crescente vegetação; faixa de praia seca larga e bem desenvolvida e a existência de berma, sem presença de escarpa e erosão. Para a erosão costeira severa, na sua classificação, foram atribuídas como variáveis a presença de escarpa por ondas e marés; ausência de praia seca; propriedades ou estruturas afetadas; exposição de lama na praia ou escarpa; ausência de vegetação ou raízes expostas na escarpa.

Apesar das pesquisas descritas acima terem utilizado metodologias diferentes para a identificação do estado de erosão dessas regiões, seus resultados demonstram semelhanças sobre a caracterização da existência de erosão, seja qual for o seu grau de erodibilidade.

No estudo de Bittencourt (2021) sobre a variação da linha de costa das praias no entorno do porto de São Francisco do Sul também utilizou como método o LRR nas mesmas áreas em que foram analisadas com auxílio da ferramenta CASSIE. O método consistiu a partir da digitalização da linha de costa, uso em imagens de satélite e de aerofotos entre os anos 1957 a 2016. Em seus resultados, o autor verificou que a taxa de retração apresentou uma variação de -0,47 m/ano e -0,68 m/ano. Apesar das taxas de variação da linha de costa apresentarem índices menores em relação aos índices atuais, ainda demonstra que o processo de erosão é presente nesta região.

Ademais no Relatório Gerencial sobre os Danos Informados pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) (BRASIL, 2022), da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil e Defesa Civil de Santa Catarina, possui dados com informações desde 2013, mostram registros de caso de Erosão Costeira/Marinha no município de São Francisco do Sul, ocorridos nos anos de 2017, 2019 e 2022, período que coincide com a janela de tempo dos resultados aqui analisados.

Lima (2016) afirma que por ser uma área por conter obras de infraestrutura e propriedades próximas à linha de costa, os principais impactos que foram identificados estão relacionados aos serviços de provisão como o abastecimento de alimentos por meio da pesca e aos serviços culturais como uso da área de lazer e turismo, o que conseqüentemente vai afetar a economia e turismo local.

Embora os resultados das taxas de retração apresentaram valores

discrepantes em relação aos resultados obtidos pelo CASSIE e o estudo de Bittencourt (2021), os dados adquiridos podem demonstrar que impactos estão relacionados às construções realizadas na linha de costa. Ainda há a construção da obra para o fechamento do canal do Linguado ao norte de Balneário Barra do Sul, ocasionou um crescimento da expansão urbana sobre os sedimentos inconsolidados (VIEIRA et al., 2008). Segundo Koetter (2009), a construção do canal do Linguado resultou em vários impactos ambientais, dentre eles estão a modificação do processo de sedimentos ao longo do canal, onde através dessas estruturas, parte dos sedimentos vão se depositar e outra parte, provocará a alteração do curso do rio levando erosão às outras margens.

Entretanto, a retirada da vegetação também contribuiu para a erosão costeira do balneário, visto que, não somente as obras que acabam sendo comprometidas, mas também, as construções próximas à linha de costa que acabaram sendo abandonadas devido à sua situação.

Além disso, a praia Central do município de Barra Velha, com a sua expansão urbana devido ao crescente turismo, vem sofrendo problemas com a erosão marinha como a derrubada das propriedades sobre as dunas (MACHADO; MACHADO, 2014). Este processo de ocupação também compromete a preservação e o equilíbrio dos ambientes costeiros onde apresentam zonas críticas de erosão costeira (KLEIN et al., 2006). Segundo Schmidt (2015) foi realizado um aterro mecânico nesta praia, em que os sedimentos foram distribuídos ao longo da porção central da praia (*backpassing*), na forma de alimentação da duna frontal (*dune nourishment*).

Em seu segundo trecho na praia de Itajuba, em Barra Velha/SC, foi apresentado na maioria dos transectos o estado de acresção na linha de costa. No entanto, durante o mapeamento realizado em 2021, foram identificadas obras de enrocamento apenas nessa ocasião. Essa observação sugere a ocorrência de erosão episódica nessa região em particular, como indicado na Figura 26.

De acordo com Horn Filho (2006) os espigões construídos na linha de costa promovem acúmulo de sedimentos, protegem das ações das ondas, porém, acabam alterando a característica da praia por ser uma obra artificial relacionada ao ambiente costeiro. Segundo Klein et al. (2006) em Barra Velha foram observados casos episódicos de tempestades geradas pela passagem de sistemas frontais, processos de transposição (*overwash*) da barreira arenosa que separa a praia da Península da

Lagoa de Barra Velha. Dessa forma, apesar da região apresentar em sua maioria acreção no segundo trecho, sabe-se por meio do reconhecimento a campo que as construções de enrocamento foram feitas para conter as erosões episódicas na região.

De acordo com Araujo et al. (2010), a praia de Piçarras, em Balneário Piçarras/SC, se encontra ao sul da Enseada de Itapocorói e apresenta um grande crescimento urbano e também, os problemas resultantes da erosão costeira vem sendo manifestados nesses últimos tempos. Os espigões foram construídos visando estabilizar o sedimento disposto pela obra do aterro hidráulico, bem como para a restauração da praia. Portanto, no ano de 2019, novamente o município sofreu com novos eventos erosivos (PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO PIÇARRAS, 2019).

Além disso, não foi previsto que essa obra iria afetar no transporte de sedimento da região, barrando o transporte longitudinal, causando acúmulo (acreção) de sedimento em um lado da estrutura da obra e no outro lado, erosão (perda) (RODRIGUES et al., 2018).

Sendo assim, nota-se que o processo de erosão continua neste local, apesar de o resultado dos transectos terem apresentado em sua maior parte a situação de acreção e estabilidade, pois seus dados do EPR indicam a variação negativa de sedimento na linha de costa da região.

De acordo com Klein et al. (2006) foram identificados processos de erosão no município de Navegantes, assim, como nos municípios de Barra Velha e Balneário Piçarras. Dutra, Goerl e Scherer (2021) mencionam que Navegantes foi o primeiro município a ter registro de desastres naturais pela Defesa Civil em 1978 e desde este período, casos de desastres continuam sendo registrados na região.

Nesta região, ao norte do segmento praias Navegantes/Gravatá apresenta variação da linha de costa com tendências erosionais a uma taxa média de 1,5m/a e demonstra um índice de vulnerabilidade maior do que parte central e sul da praia (MENEZES, 2002; MENEZES; KLEIN, 2003).

Em algumas áreas do município, a supressão da restinga pelas ocupações, resultou em prejuízos econômicos e ambientais. A retirada das dunas na região gerou um intenso grau de erosão, colocando em risco as propriedades. Diante disso, a administração do município, como gestão reativa, acabou realizando a obra de enrocamento entre a foz do Rio Gravatá e a foz do Ribeirão das Pedras (GAYA et

al., 2019).

Garbari et al. (2017) afirmaram que após o episódio de ressaca ocorrido no ano de 2016 na região, as estruturas sobrepostas a praia e as infraestruturas de uso e ocupações, ficaram comprometidas ao serem atingidas pelo evento. Pode-se afirmar que pelo fato do município apresentar um histórico de ocupação e com as ações para a recomposição da praia, como, por exemplo, a obra de enrocamento, acabam intensificando e não resolvendo o problema do processo erosivo.

O estudo de Jandrey (2019) realizou cenários sobre a elevação do nível do mar na região para os anos 2030 e 2100. O autor demonstrou que além da zona costeira da região estar sujeita a esse evento, as áreas urbanizadas consequentemente serão as mais impactadas. Também em um período de retorno de 100 anos, devido à dinâmica do perfil transversal, a taxa do recuo máximo da linha de costa é de 28 m na parte norte de Itapema e de 11 m na parte Sul (ALLEANZA PROJETOS E CONSULTORIA LTDA, 2016).

Portanto, as obras que foram identificadas nesta região no mapeamento realizado neste trabalho e com os dados do transectos de erosões próximas a elas, indicam que não estão realizando o seu objetivo de proteger a costa e com isso, acarretará prejuízos na economia local.

A construção de enrocamento na praia da Armação foi executada visando recuperar as áreas afetadas e controlar o avanço da erosão costeira causada pelas marés de tempestades (HERRMANN, 2014). Os autores Simó e Horn Filho (2004) apresentaram que as evidências de erosão estão associadas aos processos naturais e pela ação antrópica na praia da Armação. Dalbosco, Barletta e Franco (2019) revelam que a erosão instalada no setor sul da praia da Armação é provavelmente resultado de um desequilíbrio sedimentar causado por um conjunto de fatores, como a alta ocupação sobre área de duna, restinga e a construção do molhe que se situa ao sul da praia.

Conforme Vianna, Araújo e Vanz (2022) as estruturas de enrocamento sobrepostas à linha de costa da praia da Armação no ano de 2010, foram implementadas de maneira emergencial e fez com que a praia perdesse suas características naturais, impossibilitando a recuperação da praia. Atualmente, a praia está alterada e seu sistema afetado, por mais que as propriedades estejam preservadas.

Dado a isso, o processo de erosão nesta área pode não estar relacionado

somente às construções próximas à linha de costa, mas também, pela implantação da obra de enrocamentos sobrepostas ao ambiente costeiro.

De acordo com Lausman (2006) os espigões na praia do Porto, em Imbituba/SC, foram construídos no ano de 1981 com a intenção em minimizar o transporte de sedimentos em direção ao porto. Segundo Carniato (2012), após a sua construção, os espigões, passaram a ter acréscimo de sedimento no sul da baía, contrastando com a erosão ao norte ocorreu erosão, a qual indica que aporte de sedimento ao sul seja proveniente do material erodido ao norte.

Corroborando os resultados de Schmidt (2015), foi observado diferentes evidências da ocorrência de erosão ao longo do litoral do estado de Santa Catarina, onde as consequências podem ser de leve a grave nessas regiões. As praias localizadas nos setores Norte, Centro-Norte e Central se destacaram e por meio dessa constatação, pode-se reconhecer que a presença da maioria dos impactos estão situados nestes mesmos setores conforme o mapeamento elaborado neste trabalho.

Além disso, ressaltam-se as modificações realizadas na orla costeira de Santa Catarina pelos processos erosivos. Conforme Schmidt, Horn Filho e Estevam (2013), o setor Centro-Norte e setor Central do litoral catarinense apresentam os maiores índices de porcentagem de modificação na orla costeira.

Outra informação incluída em relação à erosão e aos impactos, é a vulnerabilidade em que determinada região se encontra. Podemos considerar a definição de vulnerabilidade “(...) como a capacidade de uma área antecipar-se, enfrentar, resistir e recuperar-se do impacto produzido por um agente de dada magnitude através de elementos físicos e socioeconômicos” (SERAFIM, 2014, p.10).

Segundo Horn Filho (2006), as construções desenvolvidas pela ação humana intensificam os processos erosivos. No entanto, as ocupações que se encontram próxima ao ambiente praias passam a ser vulneráveis devido ao ataque das ondas em situações de intensa tempestade.

Pela situação da linha de costa avaliada através das informações obtidas pela ferramenta CASSIE e do trabalho desenvolvido por Serafim (2014), observou-se que a alta vulnerabilidade está presente principalmente no setor do litoral Norte do estado de Santa Catarina, apresentando 46% de vulnerabilidade de linha de costa.

Assim, percebe-se que o litoral é um ambiente que está sujeito a mudanças e isso é demonstrado pelo aumento da ocupação da orla, onde os efeitos da erosão,

eram desprezados antes da ocupação por não causarem danos, agora serão considerados fator de risco, comprometendo questões econômicas e sociais (MUEHE, 2006).



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, os dados das obras costeiras coletados permitiram a representação dos impactos identificados por meio da aplicação da matriz das obras no litoral catarinense. O desenvolvimento do estudo foi baseado em técnicas de interpretação de imagens de satélite, utilizando um sistema de informações geográficas (SIG). Esses dados coletados alcançaram o objetivo geral do trabalho ao mapear o aumento da implantação das obras em relação ao último levantamento realizado em 2010. Além disso, os objetivos específicos foram atingidos ao identificar os impactos nas regiões com maior implantação de obras costeiras, o que corrobora com a crescente ocupação urbana ao longo da linha de costa.

Em relação aos resultados dos impactos identificados causados pelas obras, destacaram-se ao longo do litoral catarinense os seguintes efeitos sobre a faixa de areia: redução da largura das praias, praias mais estreitas devido à erosão e alteração da topografia. Esses impactos são consistentes com a condição da linha de costa nos trechos analisados pela ferramenta CASSIE, que indicou erosão ou erosão crítica nos municípios com aumento na construção de obras de engenharia costeira na última década.

Os municípios avaliados pela ferramenta estão localizados nos setores do litoral Norte, Centro-Norte e Central, que também são os setores com maior urbanização na orla. Essa situação difere do setor Centro-Sul, onde a maioria da orla está preservada, o que explica a menor ocorrência dos impactos identificados. Além disso, o mapeamento das orlas demonstrou que os processos erosivos ao longo da costa podem ser influenciados por atividades humanas. Portanto, é essencial que as atividades realizadas em áreas próximas à costa sejam conduzidas de maneira responsável, a fim de evitar o aumento da vulnerabilidade dessas regiões.

A análise da ocupação urbana quanto ao tipo de orla, demonstra a necessidade de planejamento das futuras implantações de infraestrutura e de engenharia costeira, bem como, a fiscalização das que estão em andamento. Dessa forma, deve-se apresentar medidas de prevenção para reduzir gastos onerosos em decorrência das consequências negativas através da modificação na zona costeira.

A utilização dos mapas desenvolvidos neste trabalho pode ser vista de forma simples e de fácil compreensão para os órgãos federais, estaduais e municipais para

o auxílio de regiões que já sofreram ou sofrem riscos costeiros, principalmente em áreas que apresentam erosão.

Espera-se que esta pesquisa possa apoiar futuros trabalhos de análise de risco para o litoral catarinense e também, que possa dar suporte à resolução das problemáticas atuais, contribuindo nas medidas efetivas de proteção à costa. Por fim, estudos regionais de maior detalhe são necessários para auxiliar nas ações de mitigação e também para os planos de prevenção às secretarias municipais de defesa civil, planejamento urbano e de zoneamento ecológico e econômico.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M. **Marine Concrete structures**: design, durability and performance. 64. ed. [S. l.]: Woodhead Publishing, 2016.
- ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. **Obras e gestão de portos e costas**: a técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental. 2.ed. rev. ampl. São Paulo: Editora Blucher, 2009.
- ALMEIDA, L. P. M. *et al.* Coastal Analyst System from Space Imagery Engine (CASSIE): shoreline management module. **Environmental Modelling & Software**, v.140, p. 105033, 2021.
- ALLEANZA PROJETOS E CONSULTORIA LTDA. **Itapema-SC**: estudos como suporte ao Projeto Executivo do Sistema Integrado de Proteção da Meia Praia: análise das condições de ondas e estabilidade da linha de costa: relatório técnico. Jun. 2016. Disponível em: [https://www.itapema.sc.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/RT\\_Relatorio-Final\\_Itapema\\_REV02-A4.pdf](https://www.itapema.sc.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/RT_Relatorio-Final_Itapema_REV02-A4.pdf). Acesso em: 10 out. 2022.
- ARAUJO, R. S. *et al.* Variação da morfologia praias e identificação de zonas de erosão acentuada (ZEA) na enseada do Itapocorói - SC. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 14, n. 1, 2010. Disponível: <https://doi.org/10.14210/bjast.v14n1.p29-38>. Acesso: 21 jun. 2020.
- BITTENCOURT, Arnaldo. **Análise da linha de costa das praias adjacentes à desembocadura da Baía da Babitonga, Santa Catarina Brasil**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Oceanografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1988. Disponível em: [https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988\\_26.06.2019/art\\_225\\_a.sp](https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_26.06.2019/art_225_a.sp). Acesso em: 15 jun. 2020.
- BRASIL. **Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004**. Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Brasília, 2004. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm). Acesso em: 21 fev. 2021.
- BRASIL. Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO). **Guia de diretrizes de prevenção e proteção à erosão costeira**. Brasília, 2018. Disponível em: [https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Final\\_Guia-de-Diretrizes\\_09112018.pdf](https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Final_Guia-de-Diretrizes_09112018.pdf). Acesso em: 28 jun. 2020.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Banco de dados e registros de desastres**: sistema integrado de informações sobre desastres – S2ID. 2022.

Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>. Acesso em: 01 out. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade nos Assentamentos Humanos. **Especificações e normas técnicas para elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. Disponível em: [http://www.iepa.ap.gov.br/saofza/pdf/anexoIII\\_especificacoes\\_normas\\_tecnicas\\_elaboracao\\_cartas\\_sao.pdf](http://www.iepa.ap.gov.br/saofza/pdf/anexoIII_especificacoes_normas_tecnicas_elaboracao_cartas_sao.pdf). Acesso em: 22 jul. 2022.

BOAK, E. H.; TURNER, I. L. Shoreline definition and detection: a review. **Journal of Coastal Research**, v. 21, n. 4, p. 688-703, 2005. Disponível em: [http://netto.ufpel.edu.br/lib/exe/fetch.php?media=03-0071\\_2e1.pdf](http://netto.ufpel.edu.br/lib/exe/fetch.php?media=03-0071_2e1.pdf). Acesso em: 11 nov. 2021.

BONETTI, J. *et al.* Geoindicator-based assessment of Santa Catarina (Brazil) Sandy beaches susceptibility to erosion. **Ocean & Coastal Management**, v. 156, p. 198-208, abr. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.08.009>. Acesso em: 11 nov. 2021.

BONETTI, J.; WOODROFFE, C. D. Spatial Analysis on GIS for Coastal Vulnerability Assessment. *In*: BARTLETT, D.; CELLIERS, L. (eds.). **Geoinformatics for Marine and Coastal Management**. Chapter 16. Boca Raton: CRC Press, 2017. p. 367-396.

BOSBOOM, J.; STIVE, M. J. F. **Coastal Dynamics**. The Netherlands: Delft University of Technology, 2021.

CAMARGO, J. M. **Litoral do estado de Santa Catarina, Brasil**: promontórios rochosos, comportamento da linha de costa e processo de transposição sedimentar. 2020. 152 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

CARNIATO, N. **Diagnóstico preliminar dos processos litorâneos e atividades portuárias associados à erosão costeira na praia do Porto, Imbituba/SC**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2012.

**CASSIE**: Coastal Analysis via Satellite Imagery Engine. 2020. Disponível em: <http://www.cassiengine.com/>. Acesso em: 05 mar. 2021.

CASTELLO, J. P.; KRUG, L. C. **Introdução às Ciências do Mar**. Pelotas: Ed. Textos, 2015.

CECCARELLI, T. **Paradigmas para os projetos de obras marítimas no contexto das mudanças climáticas**. 2009. 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. DOU, Brasília, 17 fev. 1986.

CONCATTO, F. *et al.* Desenvolvimento de uma ferramenta integrada ao Google

Earth Engine para a análise de ambientes costeiros. *In: COMPUTER ON THE BEACH*, 9., 2018. **Anais [...]**. 2018. p. 950-951.

COSTA, J. **Desenvolvimento de um sistema de alerta de enchente aplicado aos planos de defesa civil em áreas de risco no estado do Pará utilizando Sistema de Informações Geográficas (SIG), caso: cidade de Marabá**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2012.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 15 may. 1997. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/387253a0>. Acesso em: 03 out.2023.

COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? *In: Introductory readings in geographic information systems*. CRC Press, 1988. p. 70-80.

DALBOSCO, A. L. P.; BARLETTA, R. C.; FRANCO, D. Relação entre as variações da linha de costa e as características morfodinâmicas da praia da Armação, Ilha de Santa Catarina. **Geociência**, v. 38, n. 1, p. 241-256, abr. 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/12585>. Acesso em: 13 ago. 2022.

DEAN, R. G.; DALRYMPLE, R. A. **Coastal processes with engineering applications**. Cambridge University Press, 2004.

DUTRA, R.; GOERL, R.; SCHERER, M. Registros de desastres costeiros no litoral de Santa Catarina, sul do Brasil. **RIESGOS AL SUR**, 2021. Disponível em: <https://www.desenredando.org/public/>. Acesso em: 09 set. 2022.

EAST RIDING OF YORKSHIRE COUNCIL. **Defending the East Riding coastline**. 2003. Disponível em: <https://www.eastriding.gov.uk/environment/sustainable-environment/looking-after-our-coastline/defending-the-east-riding-coastline/>. Acesso em: 15 set. 2023.

ESTEVES, L. S. *et al.* Coastal Development and Human Impacts along the Rio Grande do Sul Beaches, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 35, p. 548-556, 2003.

ESTEVES, L. S.; FINKL, C. W. The problem of critically eroded areas (CEA): Anevaluation of Florida beaches. **J. Coast Res.**, SI 26, p. 11–18, 1998.

FARINACCIO, A. **Impactos na dinâmica costeira decorrentes de intervenções em praias arenosas e canais estuarinos de áreas densamente ocupadas no litoral de São Paulo: uma aplicação do conhecimento a áreas não ocupadas**. 2008. 217 f. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

FARINACCIO, A.; TESSLER, M. G. Avaliação de impactos ambientais no meio físico decorrentes de obras de engenharia costeira: uma proposta metodológica. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 10, n. 4, p. 419-434, 2010.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2002.

FRENCH, P. **Coastal Defences: processes, problems and solutions**. London: New York, 2001.

GARBARI, A. *et al.* A percepção urbana frente às mudanças climáticas e ambientais na paisagem: o caso da praia de gravatá (Navegantes/SC). Simpósio Brasileiro de Desenvolvimento Territorial Sustentável, 2., 2017. **Anais [...]**. Matinhos, p. 1-15, 2017. Disponível em:

[https://www.academia.edu/37067907/A\\_PERCEP%C3%87%C3%83O\\_URBANA\\_FRENTE\\_%C3%80S\\_MUDAN%C3%87AS\\_CLIM%C3%81TICAS\\_E\\_AMBIENTAIS\\_NA\\_PAISAGEM\\_O\\_CASO\\_DA\\_PRAIA\\_DE\\_GRAVAT%C3%81\\_NAVEGANTES\\_SC](https://www.academia.edu/37067907/A_PERCEP%C3%87%C3%83O_URBANA_FRENTE_%C3%80S_MUDAN%C3%87AS_CLIM%C3%81TICAS_E_AMBIENTAIS_NA_PAISAGEM_O_CASO_DA_PRAIA_DE_GRAVAT%C3%81_NAVEGANTES_SC). Acesso em: 08 out. 2022.

GAYA, J. P. *et al.* Utilização de veículos aéreos não tripulado no monitoramento da dinâmica sedimentar de praias expostas. **Metodologias e Aprendizagem**, v. 2, p. 25-28, nov. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21166/metapre.v2i0.1131>. Acesso em: 20 abr. 2022.

HERRMANN, M. L. P. (org.). **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina**: período de 1980 a 2010. Florianópolis: Cadernos Geográficos, 2014. 238 p.

HORN FILHO, N. O. *et al.* Santa Catarina. *In*: MUEHE, D. (org.). **Panorama da erosão costeira no Brasil**. Brasília: MMA, 2018. p. 638-684.

HORN FILHO, N. O. Setorização da Província Costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. **Revista Geosul**, v. 18, n. 35, p. 71-98, jan./jun., 2003.

HORN FILHO, N. O. Ilha de Santa Catarina. *In*: MUEHE, D. *et al.* (eds.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. p. 413-436.

IBGE. **Estimativas da população**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 20 mar. 2022.

**IMAGERY BASEMAPS**. 2023. Disponível em: <https://resources.maxar.com/data-sheets/imagery-basemaps-data-sheet>. Acesso em: 20 fev. 2023.

JANDREY, S. **Resiliência urbana e suas contribuições no planejamento e desenvolvimento do município costeiro de Itapema/SC, considerando os cenários de aumento do nível do oceano**. 2019. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2019.

KIM, Y. **Desing of Coastal Structures and Sea Defenses**. California State University, Los Angeles, USA: World Scientific Publishing Co., 2015. v. 2.

KLEIN, A. H. F. *et al.* The paradigm between beach protection and beach restoration: case studies in Santa Catarina State, SE- Brazil. *In: International Conference on Coastal Conservation and management in the Atlantic and Mediterranean.* Tavira, 2005.p. 327-329. ICCCM'05 Book of Abstracts.

KLEIN, A. H. F. *et al.* Litoral Centro Norte. *In:* MUEHE, D. (org.). **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos, 2006. p 402-412.

KOETTER, E. **Relações de causa e efeito do uso do solo urbano do município de Balneário Barra do Sul-SC.** 2009. Dissertação (Planejamento Territorial e Desenvolvimento Sócio Ambiental) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/http://www.faed.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/865/evelyn\\_koetter.pdf](chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/865/evelyn_koetter.pdf). Acesso em: 20 set. 2022.

KOERNER, K. F. **Alternativas de manejo para o problema da erosão costeira no Balneário do Hermenegildo, Rio Grande do Sul.** 2012. 156 f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012. Disponível em: <https://gerenciamentocosteiro.furg.br/images/dissertacoes/012-Karl-Franz-Koerner.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

KOMAR, P. D. **Beach, processes and sedimentation.** New Jersey: Prentice-Hall, 1998.

KOMAR, P. D.; MOORE, J. R. **CRC handbook of coastal processes and erosion.** Florida: CRC Press, 1983.

LAUSMAN, R. **Uncertainty in the application of bay shape equations:** a study on the qualifications of the uncertainty in the application of the Parabolic Bay Shape Equation using existing bays. Delf University of Technology: Delf, 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/228784960\\_Uncertainty\\_in\\_the\\_application\\_of\\_Parabolic\\_Bay\\_Shape\\_Equation\\_A\\_case\\_study](https://www.researchgate.net/publication/228784960_Uncertainty_in_the_application_of_Parabolic_Bay_Shape_Equation_A_case_study). Acesso em: 31 maio 2022.

LEAL, K. B. *et al.* Desastres naturais associados à erosão e inundação costeira: um levantamento para o estado de Santa Catarina, Brasil. *In:* Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, 14., 2021, Campina Grande. **Anais [...].** Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/77664>. Acesso em: 31 maio 2022.

LIMA, A. S. **Interação de fatores físicos e humanos na ocupação de zonas costeiras: o caso de São Francisco do Sul/SC.** 2016. Dissertação (Oceanografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MACHADO, P. S.; MOURA, A. C. M. **Projeto Piloto de Sistema de Informações Geográficas da Vila São Francisco das Chagas** - Belo Horizonte. 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-953RAB>. Acesso em: 27 jul. 2020.

MACHADO, V. B. **Mapeamento e análise de obras de engenharia costeira no litoral do Estado de Santa Catarina**. 2010. 229 f. Monografia de Conclusão de Curso (Bacharel em Oceanografia) - Universidade do Vale do Itajaí. 2010.

MACHADO, G.; MACHADO, C. B. G. Expansão Urbana na Península de Barra Velha/SC e Problemas Ambientais Relacionados. *In: Congresso Brasileiro de Geógrafos, 7., 2014. Anais [...].* Vitória: UFES/AGB, 2014.11p.

MARCELINO, E. V. Desastres Naturais e Geotecnologias: conceitos básicos. Cadernos Didáticos n.1. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Santa Maria, 38p., 2008.

MARES. **Marine Ecosystem Services Program**: conserving ocean ecosystems and safeguarding coastal communities. *Forest Trends*, 2011.

MENEZES, J. T. **Caracterização morfológica e sedimentar do segmento praias Navegantes/Gravatá e sua ação sobre os esforços de recomposição da praia**. 2002. Dissertação (Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84408>. Acesso em: 13 out. 2022.

MENEZES, J. T.; KLEIN, A. H. F. Método de análise da vulnerabilidade costeira à erosão. *In: Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, 2., 2003. Anais [...].* 2003.

MUEHE, D. Aspectos gerais da erosão costeira no Brasil mercator. **Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza-Ceará, v. 4, n. 7, p. 97-110, 2005.

MUEHE, D. **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio-Ambiente (MMA), Governo Federal, 2006.p. 460-467.

NASCIMENTO, R. **Atlas ambiental de Florianópolis**. Florianópolis, SC: Instituto Larus, 2002.

NEVES, C. F.; MUEHE, D. Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. **Parcerias Estratégicas**, v. 13, n. 27, 2008. Disponível em: [seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/view/325](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/325). Acesso em: 22 jul. 2020.

NORDSTROM, K. F. Living with shore protection structures: a review. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 150, p. 11-23, 2014.

NORDSTROM, K. F. **Recuperação de praias e dunas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

PAZINI, K. C. **Caracterização do risco costeiro aos impactos induzidos por marés de tempestade na costa central de Santa Catarina**. 2021. 91 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.



PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydro. Earth Syst. Sci.**, n. 11, p. 1633–1644. 2007.

PERINOTTO, R. *et al.* Avaliação do estado erosional das praias de Santa Catarina com base na análise de geoindicadores. Congresso Brasileiro sobre Desastres Naturais, Rio Claro, 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/289527826\\_Avaliacao\\_do\\_estado\\_erosional\\_das\\_praias\\_de\\_Santa\\_Catarina\\_com\\_base\\_na\\_analise\\_de\\_geoindicadores](https://www.researchgate.net/publication/289527826_Avaliacao_do_estado_erosional_das_praias_de_Santa_Catarina_com_base_na_analise_de_geoindicadores). Acesso em: 06 out. 2022.

PILARCZYK, K. Hydraulic and coastal structures in international perspective. **ResearchGate**, p. 1-49, 15 maio 2015.

PRASETYA, G. Thematic paper: The role of coastal forests and trees in protecting against coastal erosion: Proceedings of the Regional Technical Workshop. **Coastal protection in the aftermath of the Indian Ocean tsunami**: what role for forests and trees? Thailand, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO PIÇARRAS. **Estudo Ambiental Simplificado – EAS**. Sistema de proteção costeira e alimentação artificial da praia central de Balneário Piçarras/SC. nov de 2019.

**PROJETO ORLA**: fundamentos para gestão integrada. Brasília, 2002. Disponível em: [https://www.gov.br/economia/pt-br/arquivos/planejamento/arquivos-e-imagens/secretarias/arquivo/spu/publicacoes/081021\\_pub\\_projorla\\_fundamentos.pdf](https://www.gov.br/economia/pt-br/arquivos/planejamento/arquivos-e-imagens/secretarias/arquivo/spu/publicacoes/081021_pub_projorla_fundamentos.pdf). Acesso em: 01 maio 2021.

**PROJETO ORLA**: manual para elaboração do Plano de Gestão Integrada da Orla. Brasília: Ministério da Economia, Ministério do Turismo, Ministério do Desenvolvimento Regional, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/gestao-de-praias/projeto\\_orla\\_manual-para-elaboracao-do-plano-de-gestao-integrada-da-orla.pdf](https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/gestao-de-praias/projeto_orla_manual-para-elaboracao-do-plano-de-gestao-integrada-da-orla.pdf). Acesso em: 10 maio 2022.

RANIERI, L.; EL-ROBRINI, M. Quantificação de sedimentos transportados por correntes nas praias oceânicas de Salinópolis, nordeste do Pará, Brasil. **Geociências**, [s. l.], v. 35, 2016.

RODRIGUES, F. *et al.* Conhecer para entender: um estudo observacional da geomorfologia costeira de Santa Catarina. **Terræ Didática**, v. 14, n. 2, p. 109-118, 2018. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>. Acesso em: 01 out. 2022.

RODRIGUES, M. L. G.; FRANCO, D.; SUGAHARA, S. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 22, n. 2, p. 135-151, set. 2004.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANTOS, E. C.; BONETTI, J. Analysis of the Enseada de Tijucas (SC) shoreline change rate in different time scales as indicator of coastal susceptibility. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 9, n. 2, p. 19-25, jan. 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/327233232\\_Analysis\\_of\\_the\\_Enseada\\_de\\_Tijucas\\_SC\\_shoreline\\_change\\_rate\\_in\\_different\\_time\\_scales\\_as\\_indicator\\_of\\_coastal\\_susceptibility](https://www.researchgate.net/publication/327233232_Analysis_of_the_Enseada_de_Tijucas_SC_shoreline_change_rate_in_different_time_scales_as_indicator_of_coastal_susceptibility). Acesso em: 05 jan. 2023.

SERAFIM, M. B. **Aplicação de um Índice Multicritério de Vulnerabilidade a eventos extremos para praias do Estado de Santa Catarina através de análise espacial**. 2014. 119 f. TCC (Graduação) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SERAFIM, M.; BONETTI, J. Vulnerabilidade das praias do Estado de Santa Catarina a eventos de erosão e inundação costeira: proposta metodológica baseada em um índice multicritério. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 8, n. 2, p. 36-54, 2017.

SCHERER, M. E. G.; ASMUS, M. L. Ecosystem-based knowledge and management as a tool for integrated coastal and ocean management: a brazilian initiative. **J. Coast Res.**, v. 75, p. 690-694, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.2112/SI75-138.1>. Acesso em: 19 jun. 2020.

SCHMIDT, A. D.; HORN FILHO, N. O.; ESTEVAM, C. N. Estratégias adotadas para conter a erosão costeira no litoral de Santa Catarina, Brasil. *In*: Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, 7., 2013. **Anais [...]**. Maputo, p. 1-12.

SCHMIDT, A. D. **Patrimônio Costeiro de Santa Catarina**: estratégias adotadas na linha de costa das praias arenosas para minimizar os processos erosivos. 2015. 166 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SILVA, F. **Análise histórica da variação da linha de costa no setor litorâneo compreendido entre as praias da Barra da Lagoa e Brava, Ilha de SANTA Catarina, SC, Brasil**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

SIMÓ, D. H.; HORN FILHO, N. O. Caracterização e distribuição espacial das "ressacas" e áreas de risco na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **Gravel**, v. 2, p. 93-103, 2004.

SOUZA, C. R. G. A erosão nas praias do estado São Paulo: causas, consequências, indicadores de monitoramento e risco. *In*: BONONI, V. L. R.; SANTOS JUNIOR, N. A. (Org.). **Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente**: a síntese de um ano de conhecimento acumulado. São Paulo: Instituto de Botânica - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2009. p. 48-69.

SOUZA, C. R. G. *et al.* Praias arenosas e erosão costeira. *In*: SOUZA, C. R. G. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, ABEQUA, 2005. p. 130-152.

TEIXEIRA, P. S. **Subsídios para o gerenciamento costeiro por erosão na falésia do balneário Hermenegildo, RS, Brasil.** 2007. 107 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande/RS, 2007.

TEIXEIRA, S. *et al.* **Linha de costa:** da detecção por imagens de satélite à modelação da evolução a longo prazo. 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/325923601\\_Linha\\_de\\_costa\\_da\\_detecao\\_por\\_imagens\\_de\\_satelite\\_a\\_modelacao\\_da\\_evolucao\\_a\\_longo\\_prazo](https://www.researchgate.net/publication/325923601_Linha_de_costa_da_detecao_por_imagens_de_satelite_a_modelacao_da_evolucao_a_longo_prazo). Acesso em: 30 jul. 2020.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 17, p. 11-23, 2005.

THIELER, E. R. *et al.* The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 - an ArcGIS extension for calculating shoreline change. **U.S. Geological Survey**, Open-File Report, 2008-1278, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.3133/ofr20081278>. Acesso em: 29 out. 2022.

UNEP-DHI Partnership; UNEP-DTU; CTCN. **Climate change adaptation technologies for water:** a practitioner's guide to adaptation technologies for increased water sector resilience. Ago., 2017. Disponível em: <https://www.ctc-n.org/resources/climate-change-adaptation-technologies-water-practitioner-s-guide-adaptation-technologies>. Acesso em: 30 jul. 2020.

RIJN, L. C. Coastal erosion and control. **Ocean & Coastal Management**, v. 54, n. 12, p. 867-887, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.05.004>. Acesso em: 22 dez. 2022.

VIEIRA, C. V. *et al.* Caracterização morfosedimentar e setorização do complexo estuarino da Baía da Babitonga/SC. **Bol. Paran. Geoc.**, v. 62, p. 85-105, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/geo.v62i0.12783>. Acesso em: 25 set. 2022.

VIANNA, L.F.N.; ARAÚJO, C.E.S.; VANZ, A. Erosão de praias e ressacas na Ilha de Santa Catarina: causas, histórico recente e possibilidades de ação. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 35, n. 1, jan. 2022. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1277/1287>. Acesso em: 12 set. 2022.

WATERMAN, R. E. **'Building with Nature'**: principles and examples. *Climate of Coastal Cooperation*, p. 160-163, 2011. Disponível em: <http://www.coastalcooperation.net/part-III/III-3-3-1.pdf>. Acesso em: 22 set. 2022.

**WORLD IMAGERY.** 2023. Disponível em: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=10df2279f9684e4a9f6a7f08febac2a9>. Acesso em: 30 jan. 2023.